သွားဘက်ဆိုင်ရာ သုတေသနရေးသားနည်း (Research Writing in Dentistry)

အခန်း (၁) – နိဒါန်း (Introduction)

ဒီစာအုပ်ရဲ့ ရည်ရွယ်ချက်က သုတေသနလုပ်တဲ့အတွေ့အကြုံ နည်းသေးတဲ့ သိပ္ပံပညာရှင်တွေ၊ အထူးသဖြင့် ဌာနဆိုင်ရာ ဆရာ/ဆရာမလောင်းတွေ၊ ဘွဲ့လွန်သင်တန်းသားတွေ (residents)၊ နဲ့ ဘွဲ့ကြိုသက်မွေးပညာကျောင်းသားတွေကို သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုကို ဘယ်လိုရှာဖွေမယ်၊ သင့်တော်တဲ့ လေ့လာမှုပုံစံကို ဘယ်လိုရေးဆွဲမယ်၊ ပြီးရင် ရလဒ်တွေကို ဘယ်လိုရေးသားတင်ပြမယ်ဆိုတဲ့ လက်တွေ့လမ်းညွှန်ချက်တွေ ပေးဖို့ပါ။

ဒီစာအုပ်က "ဘယ်လိုလုပ်ရမလဲ" ဆိုတဲ့ လက်တွေ့ကျတဲ့ စာအုပ်တစ်အုပ် ဖြစ်ဖို့အတွက်၊ တိကျတဲ့ အကြံဉာဏ်နဲ့ အချက်အလက်တွေကို ပေးထားသလို၊ သုတေသနအလုပ်တစ်ခုကို ဘယ်လို တည်ဆောက်၊ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာ၊ နဲ့ တင်ပြရမလဲဆိုတာကိုလည်း ပြသထားပါတယ်။

သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုကို ပြီးမြောက်အောင်လုပ်ပြီး စာတမ်း (thesis) ဒါမှမဟုတ် ကျမ်းစာတမ်း (dissertation) အနေနဲ့ ရေးသားဖို့၊ သိပ္ပံဂျာနယ်တစ်ခုမှာ စာတမ်းထုတ်ဝေဖို့၊ ဒါမှမဟုတ် သိပ္ပံအစည်းအဝေးတစ်ခုမှာ တင်ပြဖို့ဆိုရင်၊ ရရှိလာတဲ့ အချက်အလက်တွေကို စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု (statistical analysis) ပြုလုပ်ထားရပါမယ်။ ဒါကြောင့် ဒီစာအုပ်ရဲ့ ဒုတိယအပိုင်း (Part II) မှာ စာရင်းအင်းနဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုအကြောင်း ထည့်သွင်းရေးသားထားပါတယ်။ ဒီအပိုင်းကို Microsoft Excel စာရင်းဇယားနဲ့ ProStat စာရင်းအင်းပရိုဂရမ်ကို အခြေခံပြီး လက်တွေ့ဥပမာတွေနဲ့ ရှင်းပြထားပါတယ်။

ဒီစာအုပ်ရေးသားတဲ့အခါမှာ ကျွန်တော့်သမီး ဒေါက်တာ Nicola von Fraunhofer နဲ့ ကျွန်တော့်ရဲ့ မိတ်ဆွေကောင်းတွေဖြစ်တဲ့ ဒေါက်တာ Sharon Siegel၊ ဒေါက်တာ Leslie Gartner၊ နဲ့ ဒေါက်တာ Sean Wetterer တို့က အခန်းတွေကို ဖတ်ရှုပြီး မှတ်ချက်ပေးကြလို့ ကျေးဇူးတင်ပါတယ်။ သူတို့ရဲ့ အကြံဉာဏ်နဲ့ ထောက်ပြချက်တွေက အဖိုးမဖြတ်နိုင်အောင် အထောက်အကူဖြစ်ခဲ့ပါတယ်။ ကိုယ်ရေးကိုယ်တာအနေနဲ့လည်း ဒီစာအုပ်ရေးသားနေစဉ်အတွင်း စိတ်ရှည်ရှည်နဲ့ ထောက်ပံ့ကူညီပေးတဲ့ ကျွန်တော့်ဇနီး Susan ကိုလည်း ကျေးဇူးအထူးတင်ရှိပါတယ်။

အခန်း (၂) – သုတေသနဆိုတာ ဘာလဲ (What Is Research?)

၂.၁ သုတေသနရဲ့အဓိပ္ပါယ်

အဘိဓာန်တွေမှာ သုတေသန (research) ကို အောက်ပါအတိုင်း အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုလေ့ရှိပါတယ် –

(က) စေ့စပ်သေချာတဲ့ ရှာဖွေမှု သို့မဟုတ် စူးစမ်းမေးမြန်းမှု၊ သို့မဟုတ်
(ခ) အချက်အလက်တွေကို ရှာဖွေတွေ့ရှိဖို့ သိပ္ပံနည်းကျ စူးစမ်းလေ့လာမှုတစ်ခု

ခဏလောက် စဉ်းစားကြည့်ရင်၊ လူတိုင်းဟာ သူတို့ဘဝရဲ့ နေ့စဉ်နေ့တိုင်းမှာ သုတေသနပုံစံတစ်မျိုးကို လုပ်နေကြတာပါပဲ။ ဒီလုပ်ဆောင်မှုက ရိုးရိုးလေးဖြစ်နိုင်တယ် – ဥပမာ အိမ်အသစ်ပြောင်းတဲ့အခါ အနီးဆုံး တိရစ္ဆာန်ဆေးကုခန်းကို ရှာတာ၊ ဆရာဝန်အသစ် ဒါမှမဟုတ် သွားဆရာဝန်အသစ်ရှာတာ၊ စူပါမားကတ်ရှာတာ၊ ဒါမှမဟုတ် အလုပ်ကို နေ့စဉ်သွားဖို့ အမြန်ဆုံးနဲ့ အဆင်ပြေဆုံးလမ်းကို ရှာဖို့ မြေပုံတွေကြည့်တာတွေပါ။

ဒါပေမဲ့ သုတေသနမှာ ပိုပြီးရှုပ်ထွေးတဲ့ လုပ်ဆောင်မှုတွေလည်း ပါဝင်နိုင်တယ် – ဥပမာ ဆီးကျိတ်ကင်ဆာကို ကာကွယ်ရာမှာ ဇင့် (zinc) ရဲ့အခန်းကဏ္ဍကို စူးစမ်းတာ၊ ဒါမှမဟုတ် သတ္တုနဲ့လုပ်ထားတဲ့ သွားဖုံးတွေရှိတဲ့ လူနာတွေမှာ သတ္တုဓာတ်မတည့်မှုရဲ့အကြောင်းရင်းတွေကို စူးစမ်းတာမျိုးပါ။

တစ်နည်းပြောရရင် – **ဉာဏ်ရည်ဆိုင်ရာ လုပ်ဆောင်မှုတစ်ခုခုမှာ မေးခွန်းတွေကို မေးပြီး အဖြေရှာတာ၊ အဲဒီလိုမေးဖို့အတွက် အသိပညာအသစ်တွေ ရယူတာ ဒါမှမဟုတ် ရှိပြီးသားအသိပညာကို စနစ်တကျစုစည်းတာဆိုရင် အဲဒါဟာ အဓိပ္ပါယ်အရ သုတေသနပါပဲ။**

၂.၂ သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုကို ဘယ်လိုရှာဖွေမလဲ

ပညာရပ်ဆိုင်ရာ အခြေအနေမှာ သုတေသနဆိုတာ အသိပညာအသစ်ကို ဖန်တီးခြင်း သို့မဟုတ် ရယူခြင်းပါ။ ဒါပေမဲ့ သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုမှာ အောင်မြင်ဖို့ဆိုရင် သုတေသီဟာ သူ့ရဲ့ဘာသာရပ်ကို **စိတ်ဝင်စားမှု** ရှိရမယ်။ သုတေသီဟာ သူစိတ်ဝင်စားတဲ့ နယ်ပယ် ဒါမှမဟုတ် ဘာသာရပ်တစ်ခုကို ရှာပြီး အဖြေရှာရမယ့် မေးခွန်း ဒါမှမဟုတ် ပြဿနာတစ်ခုကို ဆုံးဖြတ်ရမယ်။

ကိုယ့်ရဲ့သုတေသနလုပ်ဆောင်မှုက အကြီးတန်းသုတေသီတစ်ယောက်ကို ကူညီတာပဲဖြစ်ဖြစ်၊ တခြားသူရဲ့လမ်းညွှန်မှုအောက်မှာ ပုံမှန်စမ်းသပ်မှုတွေ လုပ်တာပဲဖြစ်ဖြစ်၊ **"ဘာကြောင့်**

ဒီလိုဖြစ်တာလဲ" ဒါမှမဟုတ် **"ဒီအလုပ်ကို လုပ်ဖို့ တခြားနည်းလမ်း ရှိလား"** လို့ မေးခြင်းအားဖြင့် ကိုယ်လည်း အသိပညာတိုးတက်မှုကို ပံ့ပိုးနိုင်ပါတယ်။ ဖြေရှင်းချက်က မရှင်းရင် ဒါမှမဟုတ် မကျေနပ်ရင် အဲဒီကိစ္စကို စူးစမ်းကြည့်ပါ။ အဲဒီလိုနဲ့ စိတ်ကူးတွေ ပေါ်လာတာပါ။

ကိုယ့်ကိုယ်ကိုယ် **"ဘာကြောင့် ဒီလိုဖြစ်တာလဲ"** ဒါမှမဟုတ် **"ဒီပစ္စည်းကို ပြောင်းလဲပစ်လိုက်ရင် ဒီအကျိုးသက်ရောက်မှုကို ရှောင်လို့ရမလား"** လို့ မေးတာတွေကလည်း သုတေသနပရောဂျက်တွေအတွက် မြေသြဇာကောင်းတဲ့ နယ်မြေတွေပါ။

စာပေတွေကို ကြည့်ပြီး ဂျာနယ်အမျိုးမျိုးမှာ ထုတ်ဝေထားတဲ့ ဆောင်းပါးတွေကို ဖတ်တာကလည်း သုတေသနမေးခွန်းတွေ ပေါ်လာစေတယ် – သိသာတာက ကိုယ်က ဆောင်းပါးကို ဖတ်တယ်ဆိုတာ ကိုယ်က ဒီဘာသာရပ်ကို စိတ်ဝင်စားတယ်လို့ ဆိုလိုတာပဲ၊ ဒါဆိုရင် နောက်တစ်ဆင့်တက်ပြီး ပိုနက်နက်ရှိုင်းရှိုင်း စူးစမ်းလေ့လာလို့ ဘာကြောင့်မဖြစ်ရမှာလဲ။ ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ သုတေသနစာတမ်းတစ်ခုမှာ အကုန်အစုံ အပြီးအပြတ် မပါဝင်နိုင်တာမို့ စာပေကို စေ့စေ့စပ်စပ် ပြန်လှန်ကြည့်ခြင်းက စူးစမ်းသင့်တဲ့ မေးခွန်းတွေ အများကြီး ပေါ်လာစေမှာပါ။

ဒါ့အပြင် စာပေကို အနက်ဖွင့်ဆိုတဲ့အခါ မတူညီတဲ့ အနက်ဖွင့်ဆိုချက်တွေ ရှိနိုင်တယ်။ ဥပမာ – **"မပြောထားတာတွေက ပြောထားတာတွေထက် ပိုအရေးကြီးတယ်"** ဆိုတာမျိုးပါ။ ထုတ်ဝေထားတဲ့ စာတမ်း ဒါမှမဟုတ် ဖတ်စာအုပ်တစ်အုပ်မှာ အကြောင်းအရာတစ်ခုရဲ့ ကဏ္ဍတိုင်းကို လွှမ်းခြုံဖို့ ရှားပါတယ်။ ဥပမာ – အိုင်းစတိုင်းရဲ့နှိုင်းရသီအိုရီက အမှုန်တစ်ခုဟာ အလင်းအလထက် ပိုမြန်တဲ့အခါ ဘာဖြစ်မလဲဆိုတာကို မဖြေရှင်းခဲ့ဘူး။ ဒါကြောင့် ထုတ်ဝေထားတဲ့ စာတမ်း ဒါမှမဟုတ် သုတေသနပရိဂရမ်တစ်ခုမှာ **မပါဝင်တဲ့အကြောင်းအရာတွေက** တခြားသူတွေအတွက် ထပ်မံသုတေသနလုပ်ဖို့ အခွင့်ကောင်းတွေ ဖန်တီးပေးပါတယ်။

အလားတူပဲ၊ နည်းပညာတစ်ခုကို လေ့လာမှုတစ်ခုမှာ သုံးတာက အကောင်းဆုံးနည်းလမ်းဖြစ်လို့မဟုတ်ဘဲ အဲဒီသုတေသီတွေအတွက် ရရှိနိုင်တဲ့ တစ်ခုတည်းသောနည်းလမ်းဖြစ်လို့ ဖြစ်နိုင်တယ်။ **"ဘာကြောင့် ဒီလိုချဉ်းကပ်မှုကို သုံးတာလဲ၊ တခြားနည်းလမ်းတွေ ရှိလား"** ဆိုတဲ့ ရိုးရိုးမေးခွန်းလေးတွေကနေ အရေးကြီးတဲ့ သုတေသနပရောဂျက်တွေနဲ့ စမ်းသပ်တွေ့ရှိချက်တွေ အများကြီး ဖြစ်ပေါ်လာတတ်ပါတယ်။

၂.၃ သုတေသနရဲ့အခြေခံပုံစံ

ရိုးရိုးရှင်းရှင်းပြောရရင် သုတေသနအားလုံးကို အောက်ပါအတိုင်း အနှစ်ချုပ်နိုင်ပါတယ် –

မေးခွန်း	ရှင်းလင်းချက်
ဘာလုပ်မှာလဲ	ကိုယ်ဘာကို လေ့လာမှာလဲ
ဘယ်လိုလုပ်မှာလဲ	ဘယ်နည်းလမ်းကို သုံးမှာလဲ
ဘာတွေ့မယ်လို့ မျှော်လင့်ထားလဲ	ကိုယ့်ရဲ့ယူဆချက်က ဘာလဲ
ဒီအချက်အလက်နဲ့ ဘာလုပ်မှာလဲ	ကိုယ့်တွေ့ရှိချက်တွေကို ဘယ်လိုအသုံးချမှာလဲ

၂.၄ ယူဆချက် (Hypothesis) ဆိုတာဘာလဲ

သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုရဲ့အစမှာ သုတေသီဟာ **သီအိုရီ ဒါမှမဟုတ် ယူဆချက် (hypothesis)** တစ်ခုကို ဖော်စပ်ရပါမယ်။ ဒီယူဆချက်ဟာ သုတေသနရဲ့အခြေခံ သို့မဟုတ် မူဘောင်ဖြစ်ပြီး၊ သုတေသနပရိဂရမ်တစ်ခုလုံးက ဒီယူဆချက်ရဲ့မှန်ကန်မှုကို သက်သေပြဖို့ ဦးတည်ထားတာပါ။

စိတ်ဝင်စားစရာကောင်းတာက – ဆရာဝန်အများစုဟာ လူနာတစ်ယောက်ကို တွေ့ပြီး ကုသပေးတိုင်း ယူဆချက်တစ်ခုကို ဖော်စပ်နေကြတာပါပဲ။

ဥပမာ – လူနာတစ်ယောက်ဟာ သွားတုအပြည့်စုံ တပ်ဆင်ထားပြီး ပါးစပ်ထောင့်မှာ ယားယံနေတဲ့ အက်ကွဲကြောင်းတွေ၊ ဖြစ်နိုင်တဲ့ တံတွေးပိုထွက်တာတွေကို ပြောပြတယ်။

ဆရာဝန်ရဲ့ချက်ချင်းရောဂါရှာဖွေချက်က – လူနာဟာ ဒေါင်လိုက်အကွာအဝေး (vertical dimension) ဆုံးရှုံးမှုကြောင့် **angular cheilitis** (ပါးစပ်ထောင့်ရောင်ရမ်းခြင်း) ခံစားနေရတယ်ဆိုတဲ့ **အခြေခံယူဆချက် (basic hypothesis)** ကို H_0 အနေနဲ့ သတ်မှတ်မယ်။ ဒါပေမဲ့ အခြားဖြစ်နိုင်ခြေတစ်ခုက ဒီရောင်ရမ်းမှုဟာ **ဗီတာမင် B ချို့တဲ့မှု** ဒါမှမဟုတ် **တဆေးပိုးဝင်ခြင်း** (candida-induced stomatitis) ကြောင့်လားဆိုတဲ့ **အခြားယူဆချက် (alternative hypothesis)** H_1 လည်းရှိတယ်။

ဒါကြောင့် ဆရာဝန်က လူနာကို စစ်ဆေးတဲ့အခါ သွားတုတွေရဲ့ကိုက်ညီမှု (occlusion) မျှတပြီး ဒေါင်လိုက်အကွာအဝေး မဆုံးရှုံးထားဘူးဆိုတာ တွေ့ရင် H_0 (အခြေခံယူဆချက်) ကို ပယ်ချပြီး H_1 (အခြားယူဆချက်) ကို လက်ခံကာ ဗီတာမင် ဖြည့်စွက်ပေးခြင်း ဒါမှမဟုတ် တဆေးပိုးကို ကုသပေးတဲ့ ကုသမှုကို ဆောင်ရွက်ပါလိမ့်မယ်။

တစ်နည်းအားဖြင့် – ဆရာဝန်တစ်ယောက်က လူနာကို အကဲဖြတ်ပြီး ကုသမှုလမ်းကြောင်း ဆုံးဖြတ်တဲ့အခါ သူ့ရဲ့အတွေးအခေါ်ဖြစ်စဉ်ဟာ သုတေသီတစ်ယောက်က ပရောဂျက်တစ်ခု ဆုံးဖြတ်တာ၊ အခြေခံနဲ့ အခြားယူဆချက်တွေ ဖော်စပ်ပြီး သက်သေပြနေတာနဲ့ တူပါတယ်။

၂.၅ သုတေသနလုပ်တဲ့အခါ သတိထားရမယ့် အချက် ၄ ချက်

သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုကို ရွေးချယ်ပြီး ယူဆချက်တစ်ခုကို ဖော်စပ်တာဟာ ခက်ခဲတယ်လို့ ထင်ရပေမဲ့ တကယ်တမ်းမှာ ကိုယ်က **ပွင့်လင်းပြီး လက်ခံနိုင်တဲ့စိတ် (open, receptive mind)** ရှိရင် ဒီအလုပ်တွေက မခက်ခဲပါဘူး။ ဒီလိုစိတ်ထားက သုတေသီကို တခြားသူတွေ အသေးစိတ်မဖြေရှင်းရသေးတဲ့ မေးခွန်းတွေကို မေးဖို့ အခွင့်အရေးပေးတယ်။

ဒါပေမဲ့ သတိထားရမယ့် အချက်တစ်ခုက – ကိုယ့်ဘာသာရပ်ကို **စိတ်မဝင်စားဘူး** ဆိုရင် သုတေသနလုပ်တာဟာ အရမ်းငြီးငွေ့စရာဖြစ်လာပြီး အတွေ့အကြုံက မနှစ်မြို့ဖွယ်ဖြစ်လာရင် အလယ်မှာပဲ စွန့်လွှတ်လိုက်နိုင်ပါတယ်။

သုတေသနနဲ့ ပတ်သပ်ပြီး အောက်ပါအချက် **၄** ချက်ကို အမြဲသတိရထားပါ။

(၁) "ယူရီကာ" ဆိုတဲ့ နာမည်ကြီးပုံပြင်ကို မယုံပါနဲ့

"ဘယ်သူမှ၊ ထပ်ပြောတယ် ဘယ်သူမှ၊ မနက်ခင်းမှာ ဓာတ်ခွဲခန်းကို ပထမဆုံးဝင်ပြီး စမ်းသပ်ပြွန်တစ်လုံးကို ခါပြီး 'ယူရီကာ' လို့ အော်ကာ နိုဘယ်ဆုကော်မတီဆီ စာမရေးဘူး။"

အများစုကတော့ ဒေတာတွေ၊ ဇယားတွေ၊ ဂရပ်တွေကို ကြည့်ပြီး "ဒါတွေကို ပြန်တိုင်းရမယ်၊ ဒါမှမဟုတ် အစကနေပြန်စရမယ်" လို့ ညည်းညူနေတတ်ကြတယ်။ ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ မျှော်လင့်ထားသလို အလုပ်ဖြစ်မလာလို့ပါ။

(၂) စာပေပြန်လှန်လေ့လာခြင်းကို အမြဲဦးစားပေးပါ

သုတေသနမစခင် **အရေးကြီးဆုံး** အလုပ်က စာပေကို ပြန်လှန်လေ့လာဖို့ပါ။ စာပေက ကိုယ့်ကို ဘာတွေလုပ်ပြီးပြီလဲ၊ ဘယ်လိုလုပ်ခဲ့လဲ၊ ဘာကိုဆိုလိုတာလဲဆိုတာ ပြောပြမှာပါ။

အွန်လိုင်းမှာ ဒါမှမဟုတ် စာကြည့်တိုက်မှာ တစ်နာရီဖြုန်းတိုင်း ဓာတ်ခွဲခန်းမှာ အနည်းဆုံး ၁၀ နာရီ ဒါမှမဟုတ် ဒီထက်ပိုပြီး သက်သာစေပါတယ်။

(၃) ပြတင်းပေါက်ကို မကြည့်ဘဲ ရှုခင်းကို အာရုံစိုက်ပါ

နည်းပညာအသစ်တွေနဲ့ ဓာတ်ခွဲခန်းသုံးပစ္စည်းအသစ်တွေဟာ အံ့သြဖွယ်ကောင်းတဲ့ တိုးတက်မှုတွေပါ။ ဒါပေမဲ့ နည်းစနစ်ကိုပဲ အာရုံစိုက်ပြီး ကိုယ်တကယ် စူးစမ်းဖို့ကြိုးစားနေတဲ့အရာကို မေ့သွားတာက စိတ်ပျက်စရာတွေကိုပဲ ဖြစ်စေတတ်ပါတယ်။

(၄) အဓိပ္ပါယ်မရှိရင် မှားနေတာပါ

ထူးဆန်းပြီး လုံးဝမမျှော်လင့်ထားတဲ့ အရာတွေက တကယ်ဖြစ်တတ်ပေမဲ့၊ အများစုကတော့ **ပုံမှန်မဟုတ်တဲ့အရာတွေက ဓာတ်ခွဲခန်းသုံးပစ္စည်းတွေရဲ့ချို့ယွင်းချက် (artifact)** ဖြစ်နေတတ်ပါတယ်။

ဒါကြောင့် စမ်းသပ်မှုတိုင်းကို အကြိမ်များစွာ ထပ်ခါထပ်ခါ လုပ်ရတာပါ။ ဒါ့အပြင် စမ်းသပ်ပစ္စည်းတွေ အပါအဝင် စမ်းသပ်မှုဆိုင်ရာ ဘောင်တွေအားလုံးကိုပါ စစ်ဆေးဖို့ လိုပါတယ်။ ဒီလိုမှမဟုတ်ရင် **"အဆိုးဆုံးဖြစ်နိုင်သမျှ ဖြစ်မှာပဲ"** ဆိုတဲ့ ဥပဒေသအရ ဖြစ်သွားနိုင်ပါတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **သုတေသနဆိုတာ** – မေးခွန်းတွေမေးပြီး အသိပညာအသစ်တွေ ရှာဖွေခြင်း။
- **သုတေသနပရောဂျက်ရှာဖွေနည်း** – ကိုယ့်ရဲ့စိတ်ဝင်စားမှုကို အခြေခံပြီး စာပေထဲက ကွက်လပ်တွေ၊ မဖြေရှင်းရသေးတဲ့မေးခွန်းတွေကနေ စတင်ပါ။
- **ယူဆချက် (Hypothesis)** – သုတေသနရဲ့အခြေခံအုတ်မြစ်ဖြစ်ပြီး၊ သုတေသနပရိဂရမ်က ဒီယူဆချက်ရဲ့မှန်ကန်မှုကို သက်သေပြဖို့ ဦးတည်ထားတယ်။
- **သုတေသနရဲ့အနှစ်သာရ** – ဘာလုပ်မှာလဲ၊ ဘယ်လိုလုပ်မှာလဲ၊ ဘာတွေ့မယ်လို့ မျှော်လင့်ထားလဲ၊ ဒီအချက်အလက်နဲ့ ဘာလုပ်မှာလဲ ဆိုတဲ့ မေးခွန်း ၄ ခု။

- **သတိထားရမယ့်အချက် ၄ ချက်** – (၁) ချက်ချင်းအောင်မြင်မှုကို မမျှော်လင့်ပါနဲ့၊ (၂) စာပေကို အမြဲဦးစားပေးပါ၊ (၃) နည်းစနစ်ထက် ရည်ရွယ်ချက်ကို အာရုံစိုက်ပါ၊ (၄) အဓိပ္ပါယ်မရှိရင် မှားနေတာပါ။

အခန်း (၃) – သုတေသနအစီအစဉ်ဆွဲခြင်း (Research Planning)

အိုင်းစတိုင်းက တစ်ခါပြောဖူးတယ် – **"ငါတို့ ဘာလုပ်နေမှန်း သိရင် အဲဒါကို သုတေသနလို့ မခေါ်တော့ဘူး။"** ဒါပေမဲ့ ငါတို့က ကစားကွင်းကို ညီမျှအောင် လုပ်လို့ရတယ်။

ဆီနီကာ (Seneca the Younger) က **"ကံဆိုတာ ပြင်ဆင်မှုနဲ့ အခွင့်အရေးဆုံတဲ့အခါ ဖြစ်ပေါ်လာတာ"** လို့ ဆိုခဲ့တယ်။ လူးဝစ်ပါစတာ (Louis Pasteur) ကလည်း ဒါကို **"ကံသည် ပြင်ဆင်ထားသော စိတ်ကို မျက်နှာသာပေးတယ်"** လို့ ပြန်ဆိုခဲ့တယ်။

ထူးကဲတဲ့ အတွေးအခေါ်ပညာရှင်တွေ၊ စစ်ဗိုလ်ချုပ်တွေ၊ အနုပညာရှင်တွေ၊ စာရေးဆရာတွေ၊ ဖန်တီးရှင်တွေအားလုံးဟာ ဘာမဆို မစတင်ခင် သေချာတဲ့ ပြင်ဆင်မှုတွေ လုပ်ကြတယ်။ အကယ်၍ ဒီလို စေ့စေ့စပ်စပ် ပြင်ဆင်မှုဟာ အကြီးမားဆုံး ဉာဏ်ကြီးရှင်တွေအတွက် ကောင်းတယ်ဆိုရင် ငါတို့ကျန်တဲ့သူတွေအတွက်လည်း မဖြစ်မနေ လုပ်ဆောင်ရမယ့် အချက်ပါပဲ။

၃.၁ ယူဆချက် (Hypothesis) ကို ဘယ်လိုဖော်စပ်မလဲ

စံပြအနေနဲ့ သုတေသနမစခင် သုတေသီဟာ **သီအိုရီ ဒါမှမဟုတ် ယူဆချက် (hypothesis)** တစ်ခုကို ဖော်စပ်ရပါမယ်။ ဒီယူဆချက်ဟာ သုတေသနရဲ့ အခြေခံ သို့မဟုတ် မူဘောင်ဖြစ်ပြီး၊ သုတေသနပရိုဂရမ်က ဒီယူဆချက်ရဲ့ မှန်ကန်မှုကို သက်သေပြဖို့ ဦးတည်ထားတာပါ။

ဒီဖြစ်စဉ်ကို အောက်ပါပုံစံမှာ ပြထားပါတယ် –

အကြံဉာဏ်/စိတ်ကူး

↓

စာပေပြန်လှန်လေ့လာခြင်း

↓

ယူဆချက် (Hypothesis) ဖော်စပ်ခြင်း

↓

စမ်းသပ်မှုဒီဇိုင်းဆွဲခြင်း

↓

စမ်းသပ်မှုပြုလုပ်ခြင်း

↓

အချက်အလက်များ စုဆောင်းခြင်းနှင့် ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း

↓

ယူဆချက်ကို လက်ခံခြင်း သို့မဟုတ် ပယ်ချခြင်း

ဒါပေမဲ့ – ဒီလို ရှင်းရှင်းလင်းလင်းနဲ့ စနစ်ကျတဲ့ နည်းလမ်းနဲ့ ယူဆချက်ကို ဖော်စပ်ဖို့ဆိုတာ အမြဲတမ်း မဖြစ်နိုင်ပါဘူး။ တကယ်တမ်းမှာ အခြေခံယူဆချက်ကို ဖော်စပ်ဖို့ဆိုတာ မကြာခဏ ခက်ခဲပါတယ်။

သုတေသီက အဆင့်မြင့်ဘွဲ့ (higher degree) အတွက် လုပ်နေတယ်ဆိုရင် ကြီးကြပ်ရေးဆရာ ဒါမှမဟုတ် အကြံပေးပုဂ္ဂိုလ်ဆီက အကြံဉာဏ်ရယူဖို့ သင့်တော်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ သင့်တော်တဲ့ ကြီးကြပ်ရေးဆရာ မရှိဘူးဆိုရင်တော့ စာပေကို သေချာပြီး ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့ ချဉ်းကပ်မှုကနေ ယူဆချက်ကို ဖော်စပ်ရပါမယ်။

၃.၂ ယူဆချက်မရှိဘဲ သုတေသနလုပ်လို့ရလား

များစွာသော ကိစ္စတွေမှာ သုတေသနပရိုဂရမ်ကို မစခင် ယူဆချက်တစ်ခုကို ဖော်စပ်ဖို့ မဖြစ်နိုင်ပါဘူး။

ဥပမာ – သွားဘက်ဆိုင်ရာ ပစ္စည်းတစ်ခု ဒါမှမဟုတ် ဆေးဝါးတစ်မျိုးကို အစမှာ ယူဆချက်မပါဘဲ လေ့လာလို့ရပါတယ်။ ဒီလိုလေ့လာမှုမျိုးက ထုတ်ကုန်အသစ်ရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေကို အကဲဖြတ်ခြင်း ဒါမှမဟုတ် သွင်ပြင်လက္ခဏာတွေ ဖော်ထုတ်ခြင်းကို ဦးတည်တာပါ။ ကနဦးအလုပ်တွေ ပြီးသွားတဲ့အခါမှ သုတေသီဟာ ဒီပစ္စည်းရဲ့အပြုအမူ ဒါမှမဟုတ် ဂုဏ်သတ္တိတွေကို ရှင်းပြဖို့ ရည်ရွယ်တဲ့ သုတေသနကို ဆက်လုပ်နိုင်တယ် – တစ်နည်းအားဖြင့် အလုပ်လုပ်နိုင်တဲ့ ယူဆချက် (working hypothesis) ကို ဖော်စပ်တာပါ။

အလားတူ ချဉ်းကပ်မှုက ပရောဂျက်အမျိုးမျိုးမှာ အသုံးပြုနိုင်တယ် – ဆိုလိုတာက သုတေသီက ကနဦး သို့မဟုတ် စူးစမ်းရှာဖွေတဲ့ စမ်းသပ်မှုတွေ လုပ်ပြီး ဘာသာရပ်ကို "ခံစားသိရှိ" လာတယ်။

ဒီကနဦးအလုပ်ရဲ့တွေ့ရှိချက်တွေကို အခြေခံပြီး အလုပ်လုပ်နိုင်တဲ့ ယူဆချက်ကို ဖော်စပ်ပြီး အလုပ်အပြည့်အစုံကို စတင်နိုင်ပါတယ်။

နောက်ထပ် ချဉ်းကပ်မှုတစ်ခုက **နည်းပညာအသစ်ကို ပြဿနာဟောင်းတစ်ခုမှာ အသုံးချခြင်း** – ဒါကို **ပြန်လည်သုတေသနပြုခြင်း (re-research)** လို့ခေါ်တယ်။ ဒီလိုလေ့လာမှုမျိုးက အသုံးဝင်တဲ့ အချက်အလက်တွေ ထုတ်ပေးနိုင်ပေမဲ့ သုတေသီဟာ **"ပြဿနာမဟုတ်တဲ့အရာကို လေ့လာနေတယ်"** လို့ ဝေဖန်ခံရနိုင်ပါတယ် – ဆိုလိုတာက ပြတင်းပေါက်ကိုပဲ ကြည့်ပြီး ရှုခင်းကို လျစ်လျူရှုတာပါ။

ဒီနေရာမှာ **သာမန်အသိ (common sense)** က လမ်းညွှန်သင့်ပါတယ် –

- သုတေသနက အရင်က မရေရာတဲ့ ယေဘုယျပြောဆိုချက်တွေနေရာမှာ အချက်အလက်နဲ့ ကိန်းဂဏန်းတွေကို ထုတ်ပေးရင် အဲဒီအလုပ်က တန်ဖိုးရှိတယ်။
- ဒါပေမဲ့ ပရောဂျက်က နည်းပညာအသစ်သုံးပြီး အသိပညာအသစ် ဖြစ်ပေါ်လာဖို့ မျှော်လင့်ချက်နည်းတဲ့ ရှိပြီးသား ဖြစ်ရပ်ဟောင်းကို နောက်ထပ်လေ့လာမှုတစ်ခု လုပ်နေတယ်ဆိုရင် ဒီသုတေသနပရောဂျက်က မသင့်တော်ပါဘူး။

၃.၃ သုတေသနပရောဂျက်ကို ဘယ်လိုစီမံချက်ဆွဲမလဲ

ပြဿနာတစ်ခုကို ချဉ်းကပ်ဖို့ **သတ်မှတ်ထားတဲ့ နည်းလမ်းတစ်ခု** ဆိုတာ မရှိပါဘူး။ လူတွေဟာ အလုပ်တွေကို လုံးဝကွဲပြားတဲ့ နည်းလမ်းတွေနဲ့ လုပ်ကြတယ် – ကားမောင်းတာ၊ အိမ်ဆေးသုတ်တာလိုမျိုး သာမန်ကိစ္စတွေကနေ သုတေသနအစီအစဉ်နဲ့ စမ်းသပ်မှုတွေလိုမျိုး ပိုရှုပ်ထွေးတဲ့ ကိစ္စတွေအထိပါ။

ဒါကြောင့် ဒီနေရာမှာ **တိကျခိုင်မာတဲ့ လမ်းညွှန်ချက်တွေ** ချမှတ်ဖို့ထက် **အကြံပြုချက်တွေသာ** ပေးနိုင်ပါတယ်။

စံပြချဉ်းကပ်မှု က အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပြီး ဒီလိုအနှစ်ချုပ်နိုင်ပါတယ် –

(က) ပရောဂျက်ကို (အလုပ်လုပ်နိုင်တဲ့) သုတေသနယူဆချက်နဲ့ စတင်သတ်မှတ်ပါ

ပထမဆုံး ကိုယ်ဘာကို သက်သေပြချင်တာလဲဆိုတာကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း သိထားရပါမယ်။

(ခ) စာပေကို ဝေဖန်ဆန်းစစ်စွာ ပြန်လှန်လေ့လာပါ

- ဒီဘာသာရပ်ကို အသေးစိတ် လေ့လာပြီးသားဖြစ်နေရင် ပရောဂျက်ကို ပြောင်းလဲသို့မဟုတ် ပြင်ဆင်ရပါမယ်။
- စာပေပြန်လှန်မှုက "ဘာတွေလုပ်ပြီးပြီလဲ" ဆိုတာကို ပြောပြမှာဖြစ်လို့ ကိုယ့်ရဲ့နေရာက ဘယ်မှာလဲဆိုတာ သိရမယ်။

(ဂ) ဓာတ်ခွဲခန်း အဆောက်အအုံ၊ ပစ္စည်းရရှိနိုင်မှု၊ အထူးသဖြင့် အကြံဉာဏ်နဲ့ လမ်းညွှန်မှုတွေကို အကဲဖြတ်ပြီး ရယူပါ

- သင့်တော်တဲ့ ဓာတ်ခွဲခန်း၊ ပစ္စည်းကိရိယာ၊ ဒါမှမဟုတ် လမ်းညွှန်မှု မရှိရင် ပရောဂျက်ကို ပြောင်းလဲ သို့မဟုတ် ပြင်ဆင်ရပါမယ်။

(ဃ) စမ်းသပ်မှုအလုပ်တွေကို လုပ်ဆောင်ပါ

စမ်းသပ်မှုတွေကို စီမံချက်အတိုင်း လုပ်ဆောင်ပါ။

(င) ရလဒ်တွေကို အကဲဖြတ်ပြီး စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု ပြုလုပ်ပါ

ရရှိလာတဲ့ အချက်အလက်တွေကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာပြီး စာရင်းအင်းနည်းကျ အဓိပ္ပါယ်ရှိမရှိ စစ်ဆေးပါ။

(စ) ရလဒ်တွေကို ဆွေးနွေးပြီး စာပေထဲက အရင်တွေ့ရှိချက်တွေနဲ့ ဆက်စပ်ပါ

ကိုယ့်ရဲ့တွေ့ရှိချက်တွေက ရှိပြီးသား အချက်အလက်တွေနဲ့ ဘယ်လိုကိုက်ညီသလဲ၊ ဘယ်လိုကွဲပြားသလဲ ဆွေးနွေးပါ။

(ဆ) နိဂုံးချုပ်ပါ

ကောက်ချက်တွေ ဆွဲပါ။

ဒီစံပြဖြစ်စဉ်ကို အောက်ပါပုံစံမှာ ပြထားပါတယ် –

ပရောဂျက် သတ်မှတ်ခြင်း

↓

စာပေပြန်လှန်လေ့လာခြင်း

↓

ဓာတ်ခွဲခန်းနဲ့ ပစ္စည်းကိရိယာများ အကဲဖြတ်ခြင်း

↓

စမ်းသပ်မှုများ ပြုလုပ်ခြင်း

↓

ရလဒ်များကို အကဲဖြတ်ပြီး စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း

↓

ရလဒ်များကို ဆွေးနွေးခြင်း

↓

နိဂုံးချုပ်ခြင်း

မှတ်ချက် – ကိုယ့်လေ့လာမှုရဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေက အရင်လေ့လာမှုတွေနဲ့ သိသိသာသာ ကွဲပြားနေရင်၊ ဒီကွဲပြားမှုရဲ့ အရင်းအမြစ်ကို ဆုံးဖြတ်ဖို့နဲ့ ကိုယ့်တွေ့ရှိချက်တွေ တကယ်မှန်ကန်ကြောင်း သေချာစေဖို့ **ဒုတိယအဆင့် စမ်းသပ်မှုတွေ (secondary experiments)** ကို လုပ်ဆောင်သင့်ပါတယ်။

၃.၄ သုတေသနမှာ အရေးကြီးတဲ့ အချက်နှစ်ချက်

သုတေသနမှာ အလွန်အရေးကြီးတဲ့ အချက်နှစ်ချက် ရှိပါတယ် –

(၁) ပင်ကိုယ်အလိုလိုသိခြင်း (Intuition)

အတွေ့အကြုံရှိတဲ့ သုတေသီရော အတွေ့အကြုံမရှိသေးတဲ့ သုတေသီပါ တစ်ခါတစ်ရံမှာ **"ဒါက မမှန်ဘူး"** ဒါမှမဟုတ် **"ရလဒ်တွေက မျှော်လင့်ထားတာနဲ့ မကိုက်ညီဘူး"** လို့ ခံစားရတတ်ပါတယ်။

ဒီလိုဖြစ်လာရင် ကောင်းတဲ့ သုတေသီဟာ သူ့ရဲ့လေ့လာမှုဆီ ပြန်သွားပြီး အမှားအယွင်းတွေ ဒါမှမဟုတ် မမျှော်လင့်ထားတဲ့ ကွဲပြားမှုတွေကို ရှာဖွေပါလိမ့်မယ်။ ဒါမှသာ သူတွေ့ရှိချက်တွေက ဓာတ်ခွဲခန်းသုံးပစ္စည်းရဲ့ ချို့ယွင်းချက်မဟုတ်ဘဲ တကယ့်ဖြစ်ရပ်မှန်လားဆိုတာ သေချာနိုင်မှာပါ။

(၂) အနုတ်လက္ခဏာကို သက်သေပြဖို့ မဖြစ်နိုင်ခြင်း

သုတေသနမှာ နောက်ထပ် အခြေခံမူတစ်ခုက – **"အနုတ်လက္ခဏာတစ်ခုကို သက်သေပြဖို့ဆိုတာ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။"**

- ကုသမှုအစီအစဉ်၊ လက်တွေ့လုပ်ထုံးလုပ်နည်း၊ ဒါမှမဟုတ် ပစ္စည်းအသစ် ဒါမှမဟုတ် ဆေးဝါးအသစ်က လူနာအတွက် အကျိုးရှိတယ်ဆိုတာ သက်သေပြဖို့က ယေဘုယျအားဖြင့် ရိုးရှင်းပါတယ်။
- အလားတူပဲ လူနာအပေါ် ဆိုးကျိုးတွေ ဒါမှမဟုတ် ဘေးထွက်ဆိုးကျိုးတွေက များသောအားဖြင့် ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြနိုင်ပါတယ်။
- ဒါပေမဲ့ **"တစ်ခုခုက အန္တရာယ်မရှိဘူး"** ဆိုတာကို သက်သေပြဖို့ကတော့ အလွန်ခက်ခဲပြီး မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။

၃.၅ ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့စိတ် (Critical Sense) ကို ဖွံ့ဖြိုးအောင်လုပ်ပါ

သုတေသီတွေဟာ ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့စိတ်ကို ဖွံ့ဖြိုးအောင် လုပ်ရပါမယ်။

အရေးကြီးတဲ့အချက်က – **စာတမ်းတစ်ခုက ဂျာနယ်ကောင်းတစ်ခုမှာ ထုတ်ဝေထားပြီး ဂုဏ်သတင်းကြီးတဲ့ စာရေးဆရာက ရေးထားတာဖြစ်ပေမဲ့ အဲဒီတွေ့ရှိချက်တွေက မှန်တယ် ဒါမှမဟုတ် မှန်ကန်စွာ အနက်ဖွင့်ဆိုထားတယ်လို့ အလိုအလျောက် မဆိုလိုပါဘူး။**

- ထုတ်ဝေထားတဲ့ စာတမ်းတစ်ခုရဲ့ ဆွေးနွေးချက်နဲ့ နိဂုံးချုပ်တွေက စမ်းသပ်ရလဒ်တွေနဲ့ မကိုက်ညီရင်၊
- ဒါမှမဟုတ် စာရေးဆရာအများအပြားက တူညီတဲ့ဖြစ်ရပ်အပေါ် ကွဲပြားတဲ့ ထင်မြင်ချက်တွေ ရှိနေရင်၊

ဒါဆိုရင် **ပြန်လည်ဆန်းစစ်ဖို့ နေရာရှိတယ်** ဆိုတာ သိထားရပါမယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ပြင်ဆင်မှုက အရေးကြီးဆုံး** – အိုင်းစတိုင်း၊ ပါစတာ စတဲ့ ဉာဏ်ကြီးရှင်တွေတောင် သေချာပြင်ဆင်ကြတယ်။
- **ယူဆချက် (Hypothesis)** – သုတေသနရဲ့အခြေခံဖြစ်ပြီး ဒီယူဆချက်ကို သက်သေပြဖို့အတွက် သုတေသနပရိုဂရမ်က ဦးတည်ထားတယ်။
- **ယူဆချက်မရှိဘဲလည်း လုပ်လို့ရတယ်** – ကနဦးစူးစမ်းမှုတွေကနေ ယူဆချက်ကို နောက်မှ ဖော်စပ်နိုင်တယ်။
- **စံပြဖြစ်စဉ်** – ပရောဂျက်သတ်မှတ် → စာပေပြန်လှန် → အရင်းအမြစ်အကဲဖြတ် → စမ်းသပ်မှုလုပ် → ရလဒ်ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာ → ဆွေးနွေး → နိဂုံးချုပ်။
- **အရေးကြီးအချက်နှစ်ချက်** – (၁) ပင်ကိုယ်အလိုလိုသိခြင်းကို နားထောင်ပါ၊ (၂) အနုတ်လက္ခဏာကို သက်သေပြဖို့ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။
- **ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့စိတ်** – ဂျာနယ်ကောင်းမှာ ထုတ်ဝေထားတာတောင် အမြဲတမ်း မှန်တယ်လို့ မယုံပါနဲ့။

အခန်း (၄) – သုတေသနပြုလုပ်ခြင်း (Performing Research)

လူတွေဟာ တူညီတဲ့အလုပ်ကို အတူတူပဲ လုပ်ခဲတတ်သလိုပဲ၊ သုတေသီတိုင်းမှာလည်း သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုကို ချဉ်းကပ်တဲ့ ကိုယ်ပိုင်နည်းလမ်း ရှိကြတယ်။

ဒါပေမဲ့ အခြေခံယူဆချက် (basic hypothesis) ကို ဖော်စပ်ပြီးတာနဲ့ သုတေသနကို ချဉ်းကပ်တဲ့ နည်းလမ်းအဓိက **သုံးမျိုး** ရှိပါတယ်။

၄.၁ သုတေသနချဉ်းကပ်နည်း သုံးမျိုး

(၁) စမ်းသပ်မှုနှင့် အမှားနည်းလမ်း (Trial-and-Error Approach)

ဒီနည်းလမ်းမှာ သုတေသီဟာ ကျပန်းစမ်းသပ်မှုတွေ လုပ်ပြီး အလားအလာရှိတဲ့ သုတေသနလမ်းကြောင်းတစ်ခုကို တွေ့သည်အထိ ဆက်လုပ်တယ်။

ပြီးရင် ဘယ်အချက်က လိုချင်တဲ့ရလဒ် ဒါမှမဟုတ် အကြီးမားဆုံးအကျိုးသက်ရောက်မှုကို ထုတ်ပေးတယ်ဆိုတာ ဆုံးဖြတ်ပြီး ဒီဗဟိုအချက်ကို ပတ်ပြီး ပိုမိုကျယ်ပြန့်တဲ့ နယ်ပယ်တွေမှာ အလုပ်လုပ်သွားတယ်။

အားသာချက် – စတင်ရလွယ်ကူတယ်။
အားနည်းချက် – အချိန်ကုန်နိုင်ပြီး စနစ်မကျဘူး။

(၂) တစ်ဆင့်ချင်းတိုးတက်နည်းလမ်း (Progressive Approach)

ဒီနည်းလမ်းမှာ သုတေသီဟာ သတ်မှတ်ချက်အားလုံး ပုံသေဖြစ်တဲ့ အချက်တစ်ခုကနေ စတင်ပြီး တစ်ချိန်မှာ တစ်ခုစီ သတ်မှတ်ချက်တွေကို အလှည့်ကျ ပြောင်းလဲသွားတယ်။
(တခြားသတ်မှတ်ချက်အားလုံးကို ပုံသေထားပြီး)

ဒီလိုနည်းနဲ့ ကိန်းရှင်အားလုံးကို အကဲဖြတ်ပြီးတဲ့အထိ ဆက်လုပ်တယ်။ ဒီဖြစ်စဉ်ကို လိုချင်တဲ့အဆုံးမှတ်ကို ရောက်သည်အထိ ထပ်ခါထပ်ခါ လုပ်တယ်။

စာရင်းအင်းကို သေချာသုံးရင် သုတေသနနည်းစနစ်ကို ရိုးရှင်းစေနိုင်တယ်။

ပင်မပရိုဂရမ်ရဲ့ စိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်း ဒါမှမဟုတ် အကိုင်းအခက်တွေကို ပင်မပုံစံ သတ်မှတ်ပြီး အပြည့်အဝစုံစမ်းပြီးမှသာ ဆက်လုပ်တယ်။

အားသာချက် – စနစ်ကျပြီး ပြည့်စုံတယ်။
အားနည်းချက် – အချိန်ကုန်နိုင်ပြီး ငြီးငွေ့စရာကောင်းတယ်။

(၃) တိုက်ရိုက်နည်းလမ်း (Direct Approach)

ဒီနည်းလမ်းမှာ ပရောဂျက်ဟာ သေချာသတ်မှတ်ပြီး အရေအတွက်သတ်မှတ်ထားတဲ့ စမှတ်တစ်ခုကနေ လိုချင်တဲ့ အဆုံးထုတ်ကုန်ဆီကို လျင်မြန်ပြီး တိုက်ရိုက် တိုးတက်သွားတယ်။

စိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေကို အနည်းငယ်သာ စူးစမ်းတယ်။

အားသာချက် – မြန်ဆန်ပြီး အာရုံစူးစိုက်မှုရှိတယ်။
အားနည်းချက် – ဘေးထွက်တွေ့ရှိချက်တွေကို လွဲချော်နိုင်တယ်။

ဒီသုံးမျိုးလုံးက လုံးဝကျေနပ်ဖို့ကောင်းတာမဟုတ်ဘူး – ပရောဂျက်တစ်ခုတည်းမှာပဲ ဒီနည်းလမ်းနှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် သုံးခုကို ပေါင်းစပ်သုံးလို့ရတယ်။

ဒါပေမဲ့ အရေးကြီးတာက ချဉ်းကပ်မှုဟာ အမြဲတမ်း **null hypothesis (H_0)** ကို လက်ခံခြင်း ဒါမှမဟုတ် ပယ်ချခြင်းဆီကို ဦးတည်နေရမယ်။

၄.၂ ထုတ်ဝေရေးအဖျား (Publication Fever) ဆိုတာဘာလဲ

သုတေသီတွေ၊ အထူးသဖြင့် ငယ်ရွယ်တဲ့ သုတေသီတွေဟာ သူတို့ရဲ့ကြီးကြပ်ရေးဆရာ၊ ဌာနမှူး၊ ဒါမှမဟုတ် စီမံခန့်ခွဲသူတွေရဲ့ဖိအားကြောင့် သူတို့ရဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေကို အမြန်ဆုံး ထုတ်ဝေဖို့ တွန်းအားခံရတတ်တယ်။ ဒါကို **"ထုတ်ဝေရေးအဖျား (publication fever)"** လို့ ခေါ်တယ်။

- အစောပိုင်းနဲ့ မကြာခဏ ထုတ်ဝေခြင်းက ဒီလိုတောင်းဆိုချက်တွေကို ဖြည့်ဆည်းပေးနိုင်ပေမဲ့၊
- **အရေးကြီးတဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေကို လျစ်လျူရှုမိတတ်တယ်။**

ဒါပေမဲ့ တဖြည်းဖြည်းနဲ့ စနစ်ကျတဲ့ ချဉ်းကပ်မှုက အောင်မြင်ဖို့ နီးပါးသေချာပေမဲ့ **ငြီးငွေ့စရာကောင်းပြီး ထုတ်ဝေနိုင်တဲ့ ရလဒ်တွေရဖို့ အချိန်ပိုကြာတယ်။**

၄.၃ စာရေးဆရာရဲ့ကိုယ်ပိုင်နည်းလမ်း

စာရေးဆရာက **ကနဦးစမ်းသပ်မှုအနည်းငယ် (pilot studies)** ကို ဦးစွာလုပ်ဖို့ နှစ်သက်တယ်။ ဒီလိုလုပ်ခြင်းအားဖြင့် –

- စမ်းသပ်မှုဘောင်အားလုံးကို ပုံသေသတ်မှတ်ပြီး ကနဦးစမ်းသပ်မှု (initial trial) ကို လုပ်တယ်။
- ပြီးရင် အရေးအကြီးဆုံး သတ်မှတ်ချက်ကို ပြောင်းလဲပြီး စမ်းသပ်မှုကို ထပ်လုပ်တယ်။
- ဒီစမ်းသပ်မှု အောင်မြင်ရင် စမ်းသပ်မှုတွဲတစ်ခုကို စီစဉ်ပြီး လိုချင်တဲ့ရလဒ်တွေဆီ ဦးတည်လုပ်ဆောင်တယ်။

အရေးကြီးတဲ့အချက်တွေ –

- ကိန်းရှင်အားလုံးကို မှတ်သားထားပြီး အလားအလာရှိတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေကိုလည်း မှတ်တမ်းထားပါ။
- ပင်ကိုယ် ဒါမှမဟုတ် ဆင်ခြင်တွေးခေါ်မှုအရ ရလဒ်ကို စမ်းသပ်မှုအရ အတည်ပြုနိုင်ရင်၊ ဒီအဓိကတွေ့ရှိချက်ကို သက်သေပြ ဒါမှမဟုတ် ငြင်းဆိုနိုင်တဲ့ နောက်ဆက်တွဲ စမ်းသပ်မှုတွေ လုပ်ပါ။
- ဒါပြီးရင် ကိုယ့်ရဲ့ခြေလှမ်းတွေကို ပြန်လှည့်ပြီး ရလဒ်တွေနဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေအားလုံးကို စစ်ဆေးပါ။
- အသုံးပြုတဲ့ ဆင်ခြင်တွေးခေါ်မှု မှန်ကန်ပြီး စမ်းသပ်မှုတိုင်း ပြန်လုပ်လို့ရမလားဆိုတာ သေချာစေပါ။
- ဒီအချိန်မှာ null hypothesis (H_0) ကို လက်ခံနိုင်ပါပြီ။
- ဒီအဆင့်မှာ သုတေသနအတွင်း ပေါ်လာခဲ့တဲ့ စိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေကို ဆက်လေ့လာနိုင်ပါတယ်။

၄.၄ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်တဲ့ အခြေအနေနှစ်ခု

သုတေသနလုပ်တဲ့အခါ အောက်ပါအခြေအနေ **နှစ်ခု** ဖြစ်ပေါ်လာနိုင်တယ် –

(က) ပင်မချဉ်းကပ်မှု မအောင်မြင်ခြင်း

ပင်မနည်းလမ်း မအောင်မြင်ရင် တိုးတက်မှုမရခင် ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းကို လိုက်ရှာဖို့ လိုနိုင်တယ်။

(ခ) ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းက ပင်မပရောဂျက်ထက် ပိုစိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းခြင်း

တစ်ခါတစ်ရံ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းက သုတေသနရဲ့ ရည်ရွယ်ချက်နဲ့ မသက်ဆိုင်ပေမဲ့ ပင်မပရောဂျက်ထက်တောင် ပိုစိတ်ဝင်စားစရာကောင်းပြီး အရေးကြီးနိုင်တယ်။ ဒီအခါ ယူဆချက်အသစ်တစ်ခုကို ဖော်စပ်နိုင်တယ်။

ဒီအခြေအနေနှစ်ခုလုံးမှာ – စိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတိုင်းကို စူးစမ်းမယ့်အစား စမှတ်ကနေ လိုချင်တဲ့ နိဂုံးဆီကို တိုက်ရိုက်သွားတာက ပိုကောင်းပါတယ်။ သုတေသန မအောင်မြင်ရင်တောင် ဒီလိုတိုက်ရိုက်သွားတာက ပိုကောင်းတယ်။ အကြောင်းရင်းသေးသေးလေးတွေကို အကုန်လေ့လာဖို့ ကြိုးစားတာက တိုးတက်မှုမရခင် နှစ်တွေချီ ကုန်ဆုံးစေနိုင်တယ်။

၄.၅ ပုံမှန်အစီရင်ခံစာများ ရေးသားခြင်း

စာရေးဆရာက သုတေသနတိုးတက်လာတာနဲ့အမျှ **၂-၃ လတစ်ကြိမ်** သုတေသနအစီရင်ခံစာတွေ (ဒါမှမဟုတ် စာတမ်းတွေတောင်) ရေးသားဖို့ နှစ်သက်တယ်။

ဒီအလေ့အကျင့်ရဲ့ အားသာချက်တွေက –

- သုတေသနပရိုဂရမ်ကို အဆက်မပြတ် ပြန်လည်သုံးသပ်နိုင်တယ်။
- စိတ်ဝင်စားဖို့ကောင်းတဲ့ ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေရဲ့ ဆက်စပ်မှုကိုလည်း မကြာခဏ ပြသနိုင်တယ်။

အကယ်၍ အဆင့်မြင့်ဘွဲ့ (higher degree) ရဖို့ ရည်ရွယ်ထားရင် စာတမ်းရေးသားခြင်းက သုတေသနအစီရင်ခံစာတွေနဲ့ စာတမ်းတွေကို စုစည်းပြီး ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်တစ်ခုအဖြစ် ပြောင်းလဲလိုက်ရုံပါပဲ။

၄.၆ သုတေသနပစ္စည်းကိရိယာများ (Research Equipment)

သုတေသနပရောဂျက်မှာ သုံးတဲ့ ပစ္စည်းတွေနဲ့ နည်းလမ်းတွေကို တတ်နိုင်သမျှ **စံသတ်မှတ်ချက် (standardized)** ရှိရပါမယ်။

- တိုင်းတာတဲ့ ကိရိယာတွေ (measuring gauges)၊ ချိန်ခွင်တွေ (balances)၊ နဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာတဲ့ နည်းလမ်းတွေကို စံနှုန်းတွေနဲ့ ပုံမှန် စစ်ဆေးသင့်တယ်။
- ဒါက လက်တွေ့အလုပ်တွေမှာ အမြဲတမ်း မဖြစ်နိုင်ပေမဲ့ သွားသန့်ရှင်းရေး၊ ယေဘုယျကျန်းမာရေး၊ ပါးစပ်နဲ့ ယေဘုယျရောဂါဗေဒ၊ လူနာပူးပေါင်းဆောင်ရွက်မှု၊ နဲ့ စိတ်ပိုင်းဆိုင်ရာ ပါဝင်ပတ်သက်မှုတွေကို သေချာစဉ်းစားခြင်းက ရှုပ်ထွေးမှုတွေကို ရှောင်ရှားနိုင်ပါတယ်။

၄.၇ ဓာတ်ခွဲခန်းလေ့လာမှုများနဲ့ လက်တွေ့လေ့လာမှုများ

ဒီအခန်းမှာ သုတေသီဟာ **ဓာတ်ခွဲခန်း (in vitro)** လေ့လာမှုမှာ ပါဝင်နေတယ်လို့ ယူဆထားပါတယ်။

ယေဘုယျအားဖြင့် ဓာတ်ခွဲခန်း (bench-top) လေ့လာမှုတွေက လက်တွေ့လေ့လာမှုတွေထက် အကြောင်းရင်းများစွာကြောင့် ပိုပြီးလွယ်ကူပြီး တိုက်ရိုက်ရှင်းလင်းပါတယ်။

လက်တွေ့လေ့လာမှုတွေ၊ အထူးသဖြင့် လူသားတွေပါဝင်တဲ့ လေ့လာမှုတွေက –

- ကိန်းရှင်မျိုးစုံ ပါဝင်တတ်တယ်။
- ကုသမှုအပြီး လူနာကို ဆက်လက်စောင့်ကြည့်ရတဲ့ ပြဿနာတွေ ရှိတယ်။

စံပြအနေနဲ့ လေ့လာမှုက **အရေအတွက်သတ်မှတ်လို့ရတဲ့ အချက်အလက် (quantifiable data)** တွေ ထုတ်ပေးသင့်တယ် – ဥပမာ ရုပ်ပိုင်းဂုဏ်သတ္တိ ဒါမှမဟုတ် ခိုင်ခံ့မှုပြောင်းလဲမှု၊ သွေးဓာတုဗေဒ၊ အင်ဇိုင်းတွေနဲ့ တခြားဇီဝဓာတုအမှတ်အသားတွေလိုမျိုးပါ။

ဒီလိုအချက်အလက်တွေကို **parametric methods** သုံးပြီး စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု လုပ်လို့ရတယ်။ (Part II မှာ ဆွေးနွေးမယ်)

၄.၈ တိကျမှန်ကန်တဲ့ မှတ်တမ်းထားရှိခြင်း

သုတေသီဟာ **တိကျတဲ့ မှတ်တမ်းတွေ** ထားရှိရမယ်။

- စမ်းသပ်မှုတိုင်းကို ထိန်းချုပ်ထားတဲ့ အခြေအနေတွေအောက်မှာ တတ်နိုင်သမျှ တိကျစွာ လုပ်ဆောင်ရမယ်။
- တစ်ကြိမ်တည်းသော စမ်းသပ်မှု (one-off test) က လက်ခံနိုင်စရာ မရှိသလောက်ပါ။
- စမ်းသပ်မှုတိုင်းကို အကြိမ်များစွာ ထပ်ခါထပ်ခါ လုပ်ပြီး ထပ်တူကျမှု (reproducibility) နဲ့ အချက်အလက်ရဲ့ တိကျမှုနဲ့ မှန်ကန်မှုကို သေချာစေရမယ်။

သုတေသနပရိုဂရမ်ရဲ့ အဆင့်တစ်ဆင့်ချင်းစီကို တတ်နိုင်သမျှ **အပြီးသတ်** ထားရမယ်။ ဆိုလိုတာက –

- တွက်ချက်မှုတွေ၊ ဆုံးဖြတ်ချက်တွေ၊ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေ အားလုံးကို နောက်အဆင့်မသွားခင် လုပ်ဆောင်ပြီးသားဖြစ်ရမယ်။
- စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက မပြတ်သားတဲ့ အချက်အလက်တွေကို ပြရင် နမူနာအရေအတွက်ကို တိုးမြှင့်ပြီး စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ နှိုင်းယှဉ်မှုအတွက် ပိုကောင်းတဲ့ အခြေခံကို ရယူပါ။

သုတေသနရဲ့ အဆင့်တိုင်းမှာ သုတေသီဟာ –

- လတ်တလော ပြီးစီးထားတဲ့ အလုပ်ကိုရော၊
- အရင်က လေ့လာမှုတွေကိုပါ ပြန်လည်သုံးသပ်ပြီး၊
- ခြုံငုံပရိုဂရမ်က လမ်းကြောင်းမှန်ပေါ်ရောက်နေလား၊
- ဆက်စပ်မှုရှိတဲ့ အလုပ်တွေ စုဆောင်းမိလား ဆိုတာကို သေချာစေရမယ်။

ဒီစည်းမျဉ်းတွေကို လိုက်နာခြင်းက –

- စုဆောင်းထားတဲ့ အချက်အလက်တွေက null hypothesis ကို လက်ခံ ဒါမှမဟုတ် ပယ်ချနိုင်စေတယ်ဆိုတာ သေချာစေပြီး၊
- အလုပ်ထပ်မလုပ်ရအောင် ရှောင်ရှားနိုင်ပါတယ်။

၄.၉ စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်းများ (Experimental Methods)

မကြာသေးမီနှစ်တွေမှာ သိပ္ပံပညာ၊ ပညာရပ်နဲ့ စက်မှုလုပ်ငန်းတွေမှာ ခေတ်ရေစီးကြောင်းတွေ အများအပြား ပေါ်ပေါက်လာတယ် –

- သိပ္ပံပညာရဲ့ တိုးတက်လာမှု
- ကွန်ပျူတာနည်းပညာ ပေါက်ကွဲမှု
- အင်တာနက်ရဲ့ အံ့ဖွယ်အချက်အလက်အရင်းအမြစ်
- သိပ္ပံဂျာနယ်တွေကြား အရည်အသွေးအမြင့်ဆုံး စာတမ်းတွေ ထုတ်ဝေဖို့ ပြင်းထန်တဲ့ ပြိုင်ဆိုင်မှု

ဒါကြောင့် ဂျာနယ်အယ်ဒီတာတွေ၊ အယ်ဒီတာ့အာဘော်ဘုတ်အဖွဲ့တွေ၊ စာတမ်းကော်မတီတွေ၊ ဌာနမှူးတွေက သုတေသီအပေါ် ပိုများတဲ့ တောင်းဆိုချက်တွေ ထားလာကြတယ်။

၄.၁၀ သုတေသနမစခင် မေးရမယ့် မေးခွန်း ၇ ခု

သုတေသီက ပရောဂျက်မစခင် အောက်ပါမေးခွန်း **၇** ခုကို မေးသင့်တယ် –

၁။ ပြဿနာကို သတ်မှတ်ပြီးပြီလား။ အလုပ်လုပ်နိုင်တဲ့ ယူဆချက် (working hypothesis) ကို ဖော်စပ်နိုင်ပြီလား။
၂။ လေ့လာမယ့် စနစ်အပေါ် ဘယ်သတ်မှတ်ချက်တွေက အကြီးမားဆုံး သက်ရောက်မှုရှိသလဲ။
၃။ ပြဿနာကို လေ့လာဖို့ အကောင်းဆုံးနည်းလမ်းက ဘာလဲ။
၄။ စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်းက ယုံကြည်စိတ်ချရပြီး တိကျရဲ့လား။
၅။ အချက်အလက်တွေကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ ဘယ်စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေ လုပ်သင့်သလဲ။
၆။ စာရင်းအင်းအရ အဓိပ္ပါယ်ရှိတဲ့ အချက်အလက်တွေ ရဖို့ နမူနာ (specimens) ဘယ်နှစ်ခု လိုအပ်သလဲ။
၇။ စာပေကို ကျေနပ်လောက်အောင် ပြန်လှန်ပြီးပြီလား။

၄.၁၁ စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်း ရွေးချယ်ခြင်း

ပရောဂျက်တစ်ခုကို ရွေးချယ်ပြီးတာနဲ့ စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်း ဒါမှမဟုတ် စမ်းသပ်နည်းပညာကို ဆုံးဖြတ်ရပါမယ်။

စာပေက စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်း အများအပြားကို ညွှန်ပြရင် –

- အရိုးရှင်းဆုံး ဒါမှမဟုတ် ကိုယ့်ရဲ့စွမ်းရည်၊ ရရှိနိုင်တဲ့ သုတေသနပစ္စည်းကိရိယာတွေနဲ့ ကိုက်ညီတဲ့ နည်းလမ်းကို ရွေးပါ။

ဒါ့အပြင် အောက်ပါအချက်တွေကိုလည်း ဆုံးဖြတ်ရမယ် –

- ဓာတ်ခွဲခန်းလေ့လာမှုတွေမှာ အရှိန်မြှင့်စမ်းသပ်မှုတွေ (accelerated test methods) က မျှတသလား ဒါမှမဟုတ် လိုအပ်သလား။
- လက်တွေ့စမ်းသပ်မှုတွေမှာ double-blind လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတွေ သုံးသင့်သလား။
- စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်း ဒါမှမဟုတ် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းက စနစ်ကို အနှောင့်အယှက်ဖြစ်စေမှာလား။

ဒီနောက်ဆုံးအချက်က လက်တွေ့ရော ဓာတ်ခွဲခန်းလေ့လာမှုတွေမှာပါ အရေးကြီးတယ် – ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ စမ်းသပ်မှုနည်းလမ်းက လေ့လာတဲ့ရလဒ်တွေကို သက်ရောက်မှုရှိနိုင်ပြီး မှားယွင်းတဲ့ ကောက်ချက်တွေ ဆွဲမိနိုင်လို့ပါ။

၄.၁၂ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုအကြောင်း

စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက အထက်မှာ ဖော်ပြခဲ့ပြီးပါပြီ – သုတေသနအချက်အလက်တွေကို စာရင်းအင်းနည်းကျ အကဲဖြတ်ဖို့ လိုအပ်ကြောင်းကို အလေးပေးဖော်ပြချင်ပါတယ်။

စာရင်းအင်းနောက်ခံ ခိုင်မာမှုမရှိရင် စာရင်းအင်းပညာရှင်နဲ့ တိုင်ပင်ပါ။
ဂျာနယ်ကောင်းတစ်ခုမှာ စာတမ်းထုတ်ဝေဖို့ဆိုတာ အချက်အလက်တွေကို လုံလောက်တဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မပါဘဲ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။

ကံကောင်းတာက – Microsoft Excel လိုမျိုး ကွန်ပျူတာစာရင်းဇယားပရိဂရမ်အများစုမှာ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုစွမ်းရည် ကောင်းကောင်းတွေ ပါဝင်ပြီး ပိုအဆင့်မြင့်တဲ့

ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေကိုလည်း အလွယ်တကူရနိုင်တဲ့ ကွန်ပျူတာပရိုဂရမ်တွေ အများအပြားနဲ့ လုပ်လို့ရပါတယ်။

၄.၁၃ စာရင်းအင်းအချက်အလက် အမျိုးအစားများ

ဓာတ်ခွဲခန်းလေ့လာမှုတွေက ဂဏန်းအချက်အလက်တွေ (numerical data) ကို ထုတ်ပေးတယ် – ဥပမာ ပစ္စည်းခိုင်ခံ့မှုတန်ဖိုး၊ ပျော်ဝင်နိုင်မှု၊ ဇီဝဓာတုအမှတ်အသားတွေရဲ့ ပြောင်းလဲမှုစတာတွေပါ။ ဒါတွေကို **parametric methods** နဲ့ အတော်လေး လွယ်ကူစွာ အကဲဖြတ်နိုင်ပါတယ်။

parametric methods တွေမှာ –

- **Analysis of variance (ANOVA)** နဲ့
- **Duncan၊ Scheffe၊ Tukey HSD** လိုမျိုး follow-up စမ်းသပ်မှုတွေ ပါဝင်ပြီး ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေ ဒါမှမဟုတ် အချက်အလက်အုပ်စုတွေကြား ကွာခြားချက်တွေကို ဆုံးဖြတ်ဖို့ သုံးပါတယ်။

Nonparametric data ဆိုတာက တိကျစွာ တိုင်းတာတာထက် အဆင့်သတ်မှတ်ထားတဲ့ အချက်အလက်တွေပါ – ဥပမာ ရောင်ရမ်းမှုအတိုင်းအတာ၊ နာကျင်မှုအဆင့်စတာတွေပါ။ ဒါတွေက မတူညီတဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေ လိုအပ်ပြီး **non-parametric testing** လို့ ခေါ်တယ်။

non-parametric ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေမှာ –

- **Mann-Whitney U test**
- **Wilcoxon matched-pairs test**
- **Spearman's rank correlation coefficient**

စတာတွေ ပါဝင်ပါတယ်။

သင့်တော်တဲ့ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုနဲ့ လုံလောက်တဲ့ အချက်အလက်ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုအတွက် လိုအပ်တဲ့ နမူနာအရွယ်အစားကို ဆုံးဖြတ်ဖို့ဆိုတာ စာရင်းအင်းပညာရှင်ကောင်းတစ်ယောက်ရဲ့ အကူအညီမရှိရင် ခက်ခဲပေမဲ့ အလွယ်တကူရနိုင်တဲ့ စာရင်းအင်းစာအုပ်တွေ ဒါမှမဟုတ် ကွန်ပျူတာအခြေပြု ပရိုဂရမ်တွေကို တိုင်ပင်ပြီး လုပ်နိုင်ပါတယ်။

၄.၁၄ နိဂုံး

ပြီးပြည့်စုံတဲ့ စမ်းသပ်မှု၊ စံပြနည်းလမ်း၊ ဒါမှမဟုတ် အမှားမလုပ်တဲ့ သုတေသီဆိုတာ မရှိပါဘူး။

ငါတို့အားလုံး အမှားတွေ လုပ်ကြတယ်။ ဒါပေမဲ့ သုတေသနပရောဂျက်တိုင်းမှာ ဖြစ်တတ်တဲ့ မလွဲမသွေတဲ့ အမှားတွေနဲ့ အမှားတွက်ချက်မှုတွေကို **အသိအမှတ်ပြုပြီး သင်ယူတဲ့အခါ** ငါတို့ရဲ့ စွမ်းရည်နဲ့ ကျွမ်းကျင်မှုက တိုးတက်လာတယ်။

- ငါတို့ကိုယ်တိုင်ရော ယုံကြည်ရတဲ့ မိတ်ဆွေတွေ၊ လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက်တွေရဲ့ ဝေဖန်ဆန်းစစ်မှုနဲ့ အဆက်မပြတ် ပြန်လည်သုံးသပ်မှုက သုတေသနပရိုဂရမ်ဟာ ယုတ္တိဗေဒအရ ရှေ့သို့ တိုးတက်ကြောင်း သေချာစေမှာပါ။
- အမှားတွေ လုပ်တာက မလွဲမသွေပါ။ **ဒါပေမဲ့ အမှားတစ်ခုကို ထပ်ခါထပ်ခါ လုပ်တာက လက်ခံနိုင်စရာ မရှိပါဘူး။**

တွက်ချက်မှုတိုင်းကို အမြဲတမ်း နှစ်ခါစစ်ပါ။ ရလဒ်တွေကို ကြည့်ပြီး အဓိပ္ပါယ်ရှိမရှိ စစ်ဆေးပါ။

- ဒဿမအမှတ် မှားသွားတာ ဒါမှမဟုတ် ယူနစ်မှားသုံးတာက လေ့လာမှုတစ်ခုလုံးကို အဓိပ္ပါယ်မဲ့သွားစေနိုင်တယ်။
- နာဆာ (NASA) တောင်မှ မိုက်မဲတဲ့အမှားတွေ လုပ်ဖူးတယ် – ပေနဲ့ လက်မကို မက်ထရစ်အကွာအဝေးအဖြစ် ပြောင်းဖို့ မေ့သွားလို့ ဂြိုလ်တုတစ်စင်း လမ်းမှားသွားခဲ့တယ်။

သုတေသနက ပျော်စရာကောင်းနိုင်တယ်၊ ပျော်စရာလည်း ဖြစ်သင့်တယ်။

အသိပညာအသစ်တွေ ဖန်တီးခြင်းနဲ့ တည်ဆောက်ပြီးသား ဒါပေမဲ့ မကြာခဏ မှားယွင်းနေတဲ့ အချက်အလက်တွေကို ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်းမှာ ကြီးမားတဲ့ ကျေနပ်မှုတစ်ခု ရှိပါတယ်။

"ဘာကြောင့်" လို့ မေးနိုင်သရွေ့၊ ဒီမေးခွန်းကို ဖြေဖို့ ကြိုးစားနိုင်သရွေ့၊ ကိုယ့်ရဲ့ကိုယ်ရေးကိုယ်တာ ကြီးထွားမှုနဲ့ ဖွံ့ဖြိုးမှုဟာ တစ်သက်လုံး ဆက်လက်ရှိနေမှာပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ချဉ်းကပ်နည်း ၃ မျိုး** – Trial-and-error၊ Progressive၊ Direct – တစ်ခုချင်းစီမှာ အားသာချက်/အားနည်းချက် ရှိတယ်။
- **ထုတ်ဝေရေးအဖျား** – အမြန်ထုတ်ဝေချင်တာက အရေးကြီးတဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေကို လျစ်လျူရှုမိနိုင်တယ်။
- **စာရေးဆရာရဲ့နည်းလမ်း** – ကနဦးစမ်းသပ်မှုတွေနဲ့ စတင်ပြီး ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေကို မှတ်သားထားပါ။
- **အရေးကြီးတဲ့ မေးခွန်း ၇ ခု** – သုတေသနမစခင် ဒီမေးခွန်းတွေကို ဖြေနိုင်ရမယ်။
- **စာရင်းအင်းက အရေးကြီးတယ်** – ဂျာနယ်ကောင်းတစ်ခုမှာ ထုတ်ဝေဖို့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မရှိရင် မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။
- **အမှားတွေက သင်ယူစရာတွေပါ** – အမှားတွေ လုပ်တာက မလွဲမသွေပါ၊ ဒါပေမဲ့ ထပ်ခါထပ်ခါ မလုပ်ပါနဲ့။
- **သုတေသနက ပျော်စရာဖြစ်သင့်တယ်** – အသိပညာအသစ်တွေ ဖန်တီးတာမှာ ကျေနပ်မှုကြီးမားတယ်။

အခန်း (၅) – သုတေသနလေ့လာမှုတစ်ခုကို ဘယ်လိုဒီဇိုင်းဆွဲမလဲ

(How to Design a Research Study)

ဒီအခန်းက သုတေသနလေ့လာမှုတစ်ခုကို
ဘယ်လိုစတင်ဒီဇိုင်းဆွဲမလဲဆိုတာကို **လက်တွေ့ဥပမာတစ်ခုနဲ့** ရှင်းပြထားပါတယ်။ ဒီဥပမာက သွားဘက်ဆိုင်ရာ ဘားစ် (dental burs) နှစ်မျိုးရဲ့ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်း (cutting performance) ကို နှိုင်းယှဉ်တဲ့ လေ့လာမှုဖြစ်ပြီး၊ သုတေသနဒီဇိုင်းဆွဲတဲ့အခါ ဘယ်လိုအဆင့်တွေ၊
ဘယ်လိုမေးခွန်းတွေကို စဉ်းစားရမလဲဆိုတာ ပြသထားပါတယ်။

၅.၁ ပြဿနာ – ဘားစ် နှစ်မျိုး ဘယ်ဟာ ပိုကောင်းလဲ

သင့်ရဲ့လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက်တစ်ယောက်က စိတ်ဝင်စားစရာကောင်းတဲ့ လေ့လာတွေ့ရှိချက်တစ်ခုကို ပြောပြတယ်။ သူမဟာ ထုတ်လုပ်သူ နှစ်ခုက ဘားစ် (burs) တွေရဲ့ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်းမှာ သိသိသာသာ ကွာခြားချက်တွေ ရှိတာကို သတိထားမိတယ်။

- **Bur A** (Dentburs Inc. က) – စျေးက ၅၀% ပိုကြီးပေမဲ့ ပိုထိရောက်ပြီး ပိုကြာရှည်ခံတယ်။
- **Bur B** (United Burs Inc. က) – စျေးသက်သာပေမဲ့ သုံးချိန် ၄ မိနစ်ကနေ ၅ မိနစ်အတွင်း ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်း သိသိသာသာ ကျဆင်းသွားတယ်။

ဒီအချက်အလက်တွေကို ဇယားနဲ့ ဂရပ်ဖော်ပြထားပါတယ် –

ဖြတ်တောက်ချိန် (မိနစ်)	Bur A (%)	Bur B (%)
၀	၁၀၀	၁၀၀
၁	၈၀	၉၀
၂	၆၀	၈၀
၃	၄၀	၇၀

၄	၂၀	၆၀
၅	၁၅	၂၀
၆	၁၀	၁၀
၇	၅	၅
၈	၀	၀

Bur A – အချိန်တိုးလာတာနဲ့အမျှ ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်း တဖြည်းဖြည်းကျဆင်းတယ် (ပုံမှန်ပွန်းပျက်မှု)။

Bur B – ပထမ ၄ မိနစ်အထိ Bur A နဲ့ အတူတူပဲ၊ ဒါပေမဲ့ ၄-၅ မိနစ်ကြားမှာ သိသိသာသာ ကျဆင်းသွားတယ်။

မေးခွန်းက – Bur A က ပိုစျေးကြီးပေမဲ့ ပိုကြာရှည်ခံတယ်။ ဒါဆိုရင် Bur A ကို ပြောင်းသုံးသင့်လား။

ဒီမေးခွန်းက လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက် နှစ်ယောက်ကြား ဖြတ်သန်းပြောဆိုမှုလောက်ပဲဆိုရင် ဘားစ်အနည်းငယ်ဝယ်ပြီး စမ်းကြည့်လိုက်ရုံပါပဲ။

ဒါပေမဲ့ – သွားဘက်ဆိုင်ရာဌာနကြီးတစ်ခု၊ သွားဘက်ဆိုင်ရာကျောင်း၊ ဒါမှမဟုတ် စစ်အခြေစိုက်စခန်းအတွက် တစ်နှစ်ကို ဘားစ်ထောင်ပေါင်းများစွာ ဝယ်ရမယ်ဆိုရင်တော့ ကိစ္စက ပိုကြီးမားလာတယ်။ အထူးသဖြင့် ဝယ်ယူရေးအရာရှိက ထုတ်လုပ်သူတစ်ခုထဲကပဲ မဝယ်နိုင်ရင်၊ ဒါမှမဟုတ် တခြားကုမ္ပဏီတွေဆီ သွားရမယ်ဆိုရင် ဆုံးဖြတ်ချက်က ပိုရှုပ်ထွေးလာတယ်။

ဒါဆိုရင် သင်ဟာ **တစ်ခုတည်းသော အချက်အလက်အစုတစ်ခုကို အခြေခံပြီး ဘားစ်အားလုံးကို Dentburs Inc. ကနေ ဝယ်မလား၊ United Burs Inc. ကနေ ဝယ်မလား** ဆိုတဲ့ ဆုံးဖြတ်ချက်ကို ရင်ဆိုင်နေရတယ်။ နှစ်စဉ် ဒေါ်လာထောင်ပေါင်းများစွာ သုံးစွဲမှုနဲ့ ဆက်စပ်နေတယ်။

၅.၂ ဒီပြဿနာကို ချဉ်းကပ်တဲ့အခါ မေးရမယ့် အခြေခံမေးခွန်းများ

ဘားစ်အားလုံးကို အမြောက်အမြား မဝယ်ခင် ဒီမေးခွန်းတွေကို အရင်ဖြေရမယ် –

(က) ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်းကို ဘယ်လိုတိုင်းတာလဲ

- လက်တွေ့အကဲဖြတ်ချက်လား၊ တိကျတဲ့ တိုင်းတာမှုတွေ ပြုလုပ်ထားလား။

(ခ) ဘားစ်တွေက တူညီတဲ့ အမျိုးအစားလား

- ဒီဇိုင်းတူလား၊ ပစ္စည်းတူလား (carbide လား၊ diamond လား)၊ အတိုင်းအတာတူလား၊ သွားရေအတွက်တူလား၊ သဲစေ့အရွယ် (grit size) တူလား။

(ဂ) ဖြတ်တောက်တဲ့အခြေအနေတွေ အတူတူလား

- တူညီတဲ့ လက်ကိုင်ကိရိယာ (handpiece) ကိုသုံးလား။
- တူညီတဲ့ လည်ပတ်နှုန်း (rotational speed) နဲ့ အအေးခံရည်စီးနှုန်း (coolant flow rate) ကိုသုံးလား။
- တူညီတဲ့ ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ ပစ္စည်း (substrate) ကိုသုံးလား။
- လက်ကိုင်ကိရိယာပေါ် ဖိအား (applied load) အတူတူလား။
- သွားတွေပေါ်မှာလား၊ ဒါမှမဟုတ် အတူပြုလုပ်ထားတဲ့ ပစ္စည်းပေါ်မှာလား။

(ဃ) ဘားစ်တစ်ခုစီကနေ စမ်းသပ်မှုလုပ်ထားလား၊ ဘားစ်များစွာကို ပျမ်းမျှချထားလား။

(င) ဖြတ်တောက်မှုကြားမှာ ဘားစ်တွေကို သန့်ရှင်းရေး ဒါမှမဟုတ် ပိုးသတ်ဆေးသုံးထားလား။

၅.၃ ဒီလေ့လာမှုအတွက် သီးခြားမေးခွန်းများ

ဖြတ်တောက်တဲ့အခြေအနေတွေ အားလုံးအတူတူပဲ၊ ဘားစ်အများအပြားကို စမ်းသပ်ပြီး တိုင်းတာမှုတွေ လုပ်ထားတယ်ဆိုပါစို့။ (ဥပမာ – သွားအရွယ်ရောက်ပြီး သွားပိုးမရှိတဲ့ လူကြီးသွားတွေကို ဘားစ်တစ်မျိုးစီက ၆ ခုစီနဲ့ ဖြတ်တောက်တဲ့အချိန်ကို အတိုင်းအတာနဲ့ တိုင်းတာတယ်)

ဒါပေမဲ့ နမူနာအရေအတွက် နည်းလွန်းလို့ ဒါမှမဟုတ် စာရင်းအင်းဆော့ဖ်ဝဲမရှိလို့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မလုပ်ထားဘူးဆိုရင် ဒီမေးခွန်းတွေကို ထပ်မေးရမယ် –

၁။ Bur A နဲ့ Bur B ကြားက ကွာခြားချက်က တကယ်လား၊ ဒါမှမဟုတ် ဓာတ်ခွဲခန်းသုံးပစ္စည်းရဲ့ ချို့ယွင်းချက် (artifact) လား။
၂။ စမ်းသပ်ထားတဲ့ ဘားစ်တွေက ထုတ်လုပ်သူတစ်ခုစီအတွက် ပုံမှန်ဘားစ်တွေလား၊ ဒါမှမဟုတ် ဘတ်ချ်အလိုက် ကွဲပြားမှုရှိလား (batch variation)။
၃။ Bur A ရဲ့အပြုအမူက Dentburs Inc. ရဲ့ဘားစ်အားလုံးအတွက် ပုံမှန်လား။
၄။ Bur B ရဲ့အပြုအမူက United Burs Inc. ရဲ့ဘားစ်အားလုံးအတွက် ပုံမှန်လား။
၅။ တခြားကုမ္ပဏီတွေက ထုတ်တဲ့ တူညီတဲ့ဒီဇိုင်းနဲ့ ပစ္စည်းတွေအတွက် ဘယ်အပြုအမူက ပုံမှန်လဲ။
၆။ Bur A နဲ့ Bur B က တခြားထုတ်လုပ်သူတွေရဲ့ဘားစ်တွေနဲ့ ဘယ်လိုနှိုင်းယှဉ်သလဲ။
၇။ ဘယ်လိုထိန်းချုပ်မှုတွေ (controls) သုံးသင့်သလဲ။

ဒီအချိန်မှာ ငါတို့ဟာ ဘားစ်တစ်မျိုးတည်းကို ကုမ္ပဏီတစ်ခုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်တဲ့ ရိုးရိုးကိစ္စနဲ့ မဆက်ဆံတော့ဘူး။

ဒီအစား ငါတို့ဟာ ကုမ္ပဏီနှစ်ခုရဲ့ထုတ်ကုန်တွေအတွက် **အရည်အသွေးထိန်းချုပ်မှုနဲ့ အရည်အသွေးအာမခံမှု (QC/QA)** ဆိုင်ရာ ကိစ္စတွေနဲ့ ဆက်ဆံနေရတယ်။ ဒါ့အပြင် "ငါတို့က ဘားစ်တစ်ခုကနေ ဘာကိုမျှော်လင့်ထားသလဲ၊ ဘယ်လောက်ကြာကြာသုံးလို့ရမလဲ၊ ဘယ်လောက်ကုန်ကျမလဲ" ဆိုတဲ့ အခြေခံမေးခွန်းတွေလည်း ပါတယ်။

ရုတ်တရက်ဆိုသလို ငါတို့ဟာ ဘားစ်အနည်းငယ်ဝယ်ပြီး ရက်အနည်းငယ်စမ်းကြည့်တဲ့အဆင့်ကနေ ရှုပ်ထွေးတဲ့ ဆုံးဖြတ်ချက်တွေ ချရမယ့်အဆင့်ကို ရောက်သွားတယ်။

၅.၄ ဒီပြဿနာကို ဘယ်လိုဖြေရှင်းမလဲ – အဆင့်ဆင့်ချဉ်းကပ်နည်း

ငါတို့ဘာလုပ်ရမလဲ၊ ဘယ်လိုလုပ်ရမလဲ။ ပြဿနာကို သီးခြားဖြေရှင်းလို့ရတဲ့ အပိုင်းတွေအဖြစ် ခွဲခြမ်းလိုက်ရအောင်။

(က) ဖြတ်တောက်တဲ့အခြေအနေများ (Cutting Conditions)

၁။ **စံသတ်မှတ်ထားတဲ့ စမ်းသပ်စနစ်** တစ်ခုကို ထုတ်လုပ် ဒါမှမဟုတ် ဝယ်ယူပါ။

- ဒီစနစ်က သွားတွေ ဒါမှမဟုတ် အတုပြုလုပ်ထားတဲ့ ပစ္စည်းတွေပေါ်မှာ ဖြတ်တောက်မှုကို ပုံတူပွားနိုင်ပြီး ပြန်လုပ်လို့ရတဲ့ ပုံစံနဲ့ အရေအတွက်သတ်မှတ်လို့ရတဲ့ ပုံစံမျိုး ဖြစ်ရမယ်။

၂။ **လက်ကိုင်ကိရိယာ (handpiece) တစ်မျိုးတည်းကို ရွေးပါ** –

- ထိန်းချုပ်နိုင်တဲ့ အမြန်နှုန်းနဲ့ ရေအအေးခံစနစ် ရှိရမယ်။
- ဘားစ်ရဲ့ လည်ပတ်နှုန်း၊ အအေးခံရည်စီးနှုန်းနဲ့ ပက်ဖြန်းပုံစံတွေက ဖြတ်တောက်နှုန်းကို သက်ရောက်တယ်။

၃။ **ဖြတ်တောက်တဲ့အစီအစဉ်နဲ့ အချိန်ကို ဆုံးဖြတ်ပါ** –

- ဖိအားပမာဏ၊ အဆက်မပြတ်ဖြတ်တောက်မယ်လား၊ အချိန်အပိုင်းအခြားနဲ့ ဖြတ်တောက်မယ်လား၊ ဘားစ်ရဲ့ အပြည့်အစုံလား၊ တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းလား ဆုံးဖြတ်ပါ။

၄။ **ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ ပစ္စည်း (substrate) ကို ဆုံးဖြတ်ပါ** –

- သွားတွေက ဇီဝပစ္စည်းဖြစ်လို့ ဂုဏ်သတ္တိနဲ့ အတိုင်းအတာ ကွဲပြားတယ်၊ ရရှိဖို့လည်း ခက်နိုင်တယ်။
- အတုပြုလုပ်ထားတဲ့ ပစ္စည်းတွေက အဆင်ပြေပြီး ဂုဏ်သတ္တိတူညီပေမဲ့ သွားတွေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိကို တိကျစွာ ပုံတူပွားနိုင်မလား။

(ခ) ပစ္စည်းများနှင့် နည်းလမ်းများ (Materials and Methods)

၁။ **စမ်းသပ်ကိရိယာ** – လက်ကိုင်ကိရိယာနဲ့ ဘားစ်ကို ထိန်းထားနိုင်ပြီး သိထားတဲ့ ဖိအားနဲ့ ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ပစ္စည်းကို သက်ရောက်နိုင်တဲ့ စနစ်တစ်ခု လိုအပ်တယ်။ ဒီလိုစနစ်မရှိရင် စာပေထဲက သင့်တော်တဲ့ ဒီဇိုင်းတွေကို ရှာဖွေနိုင်တယ်။

၂။ **စမ်းသပ်နည်းစနစ်** –

- စာပေက တခြားဖြတ်တောက်မှုလေ့လာမှုတွေရဲ့အသေးစိတ်ကို ပေးလိမ့်မယ်။ သူတို့ရဲ့ လမ်းကြောင်းကို လိုက်ခြင်းက ကိုယ့်အလုပ်အတွက် လက်ခံထားတဲ့ နည်းစနစ်ကို ချက်ချင်းရစေတယ်။
- ဥပမာ – ဖိအား ၁၀၀ ဂရမ်က သွားဆရာဝန်တစ်ယောက် သုံးတဲ့ ပျမ်းမျှဖိအားကို ပုံတူပွားတယ်။ ၃၀၀ ဂရမ်နဲ့အထက်က ခွဲစိတ်ဆရာဝန်တွေ သုံးတဲ့ဖိအားပါ။
- ရွေးချယ်တဲ့ ဖိအားက ဘားစ်ရဲ့ရည်ရွယ်အသုံးပြုမှုနဲ့ ကိုယ်ရောက်ချင်တဲ့ ပရိသတ်ပေါ်မူတည်တယ်။
- ဖြတ်တောက်တဲ့အလျား (length of cut) ကလည်း အရေးကြီးတယ်။ ယေဘုယျအားဖြင့် ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ ပစ္စည်းရဲ့အလျားက ဘားစ်ရဲ့အလျားထက် တူညီ ဒါမှမဟုတ် ပိုတိုသင့်တယ်။
- ဘားစ်နဲ့ ပစ္စည်းရဲ့နေရာချထားပုံ (orientation) က ဖြတ်တောက်မှုဒေတာကို သက်ရောက်နိုင်တယ်။

၃။ **တိုင်းတာမှုများ (Measurements)** –

- ဘာကိုတိုင်းတာလဲ၊ ဘယ်လိုတိုင်းတာလဲဆိုတာက တွေ့ရှိချက်တွေကို မကြာခဏ သတ်မှတ်ပေးတယ်။
- ထုတ်ဝေပြီးသား တိုင်းတာမှုသတ်မှတ်ချက်တွေကို လိုက်နာတာက ဉာဏ်ကောင်းတယ်။
- ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်း (cutting efficiency) ကို ပစ္စည်းရဲ့အလေးချိန်ပြောင်းလဲမှု၊ သိထားတဲ့အကွာအဝေးကို ဖြတ်တောက်ဖို့အချိန်၊ လိုအပ်တဲ့အား ပြောင်းလဲမှု စတဲ့ နည်းလမ်းအမျိုးမျိုးနဲ့ တိုင်းတာနိုင်တယ်။
- ဘားစ်တစ်ခုကို ဘယ်လောက်ကြာကြာသုံးသင့်သလဲဆိုတာလည်း စဉ်းစားရမယ်။ ဥပမာ – သွားကြွေလွှာ (enamel) ကို မိနစ် ၂၀ အဆက်မပြတ် ဖြတ်တောက်ဖို့ မျှော်လင့်တာက မလက်တွေ့ကျဘူး။
- ဖြတ်တောက်မှုကို စက္ကန့် ၃၀ တစ်ကြိမ် ကြားဖြတ်တိုင်းတာပြီး သတ်မှတ်ထားတဲ့ အဆုံးမှတ်ကို ရောက်တဲ့အထိ လုပ်နိုင်တယ်။

(ဂ) ပြုလုပ်ရမယ့် စမ်းသပ်မှုများ (Tests to be Performed)

စမ်းသပ်စနစ်တစ်ခု ရှိပြီဆိုရင် စမ်းသပ်မှုအမျိုးမျိုး လုပ်နိုင်တယ်။ ဒါပေမဲ့ သုတေသီတစ်ယောက်တည်းက အကုန်မလုပ်နိုင်ဘူး – ဦးစားပေးသတ်မှတ်ရမယ်။

၁။ **Intra-bur လေ့လာမှုများ** – ဘားစ်တစ်မျိုးတည်းရဲ့ ပျမ်းမျှစွမ်းဆောင်ရည်ကို ဖော်ပြတယ် (ဥပမာ – ၃၀ စက္ကန့်စီ ဖြတ်တောက်မှု ၁၀ ကြိမ်)။

၂။ **Inter-bur လေ့လာမှုများ** – ဘားစ်အမျိုးအစားတွေရဲ့ စွမ်းဆောင်ရည်ကို နှိုင်းယှဉ်တယ် (ဥပမာ – အစမှာ၊ ၅ ကြိမ်အကြာမှာ၊ ၁၀ ကြိမ်အကြာမှာ)။

၃။ **လက်ကိုင်ကိရိယာဖိအား၏ သက်ရောက်မှု** – ဘားစ်တစ်မျိုးစီအတွက် ဖိအားအမျိုးမျိုးရဲ့ သက်ရောက်မှုကို အကဲဖြတ်တယ်။

၄။ **အအေးခံရည်စီးနှုန်း၏ သက်ရောက်မှု** – ဖိအားနဲ့ အအေးခံရည်စီးနှုန်းကြား အပြန်အလှန်သက်ရောက်မှုတွေကိုလည်း လေ့လာနိုင်တယ်။

၅။ **အအေးခံရည်ရဲ့ ဓာတုဗေဒပြုပြင်မှု** – ဖြတ်တောက်နိုင်စွမ်းကို မြှင့်တင်နိုင်မလား လေ့လာတယ်။

၆။ **ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ ပစ္စည်းအမျိုးမျိုး** – သတ္တု၊ ပြုပြင်ထားတဲ့ ပလတ်စတစ် (composite resins)၊ သွားဖုံးသတ္တုစပ် (amalgam) စတာတွေပေါ်မှာ စမ်းသပ်တယ်။

ဒီအားလုံးက စိတ်ကူးနဲ့ စူးစမ်းချင်စိတ်ရဲ့ ကန့်သတ်ချက်ပါပဲ။

(ဃ) စမ်းသပ်ပစ္စည်းများ (Test Materials)

၁။ **ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ပစ္စည်း** – ကနဦးအဆင့်မှာ ပစ္စည်းတစ်မျိုးတည်းကို ရွေးပါ။ ဒေတာတွေ စုပြီးမှ တခြားပစ္စည်းတွေ ထပ်ထည့်ပါ။

၂။ **ဘားစ်ထုတ်လုပ်သူများ** – ထုတ်လုပ်သူအားလုံးက ဘားစ်အားလုံးကို လေ့လာဖို့ မဖြစ်နိုင်ဘူး။ ကိုယ်စားပြုဘားစ်တွေကိုပဲ ရွေးပါ။

၃။ **ဘားစ်အမျိုးအစား ရွေးချယ်မှု** – diamond bur က carbide bur ထက် ပိုကောင်းလားဆိုတာက ဖြတ်တောက်ခံရတဲ့ပစ္စည်းပေါ်မူတည်တယ်။ စာပေက ဒီအချက်တွေအတွက် လမ်းညွှန်ပေးမှာပါ။

၄။ **နမူနာအရေအတွက်** – စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ အရေးကြီးတယ်။ ကနဦးလေ့လာမှုတွေကို ၂ ကြိမ် ဒါမှမဟုတ် ၃ ကြိမ် လုပ်နိုင်ပေမဲ့ နမူနာအများကြီး စမ်းသပ်တာက ပိုကောင်းတယ်။

(c) ထိန်းချုပ်မှုများ (Controls)

သုတေသနလေ့လာမှုတွေမှာ **ထိန်းချုပ်မှုတွေ (controls)** ရှိဖို့ စံပြဖြစ်တယ်။

- **Positive control** – သိပြီးသား၊ လက်ခံထားပြီးသား ရလဒ်ရှိတဲ့ အခြေအနေ (ဥပမာ – ကုသမှုဟောင်း၊ ပစ္စည်းဟောင်း)။ ကိုယ့်ရဲ့ဒေတာက positive control ထက် ပိုကောင်းမယ်လို့ မျှော်လင့်တယ်။
- **Negative control** – ဘာတုံ့ပြန်မှုမှ မဖြစ်သင့်တဲ့ အခြေအနေ (ဥပမာ – သန့်စင်တဲ့ရေထဲမှာ သတ္တုစိမ်ခြင်း)။ negative control မှာ အကျိုးသက်ရောက်မှုတွေ့ရင် စမ်းသပ်မှုလုပ်ထုံးလုပ်နည်းမှာ အမှားရှိတယ်လို့ ဆိုလိုတယ်။

ဒီဖြတ်တောက်မှုဥပမာမှာ ဘားစ်တစ်ခုက ဘာကိုမှ မဖြတ်နိုင်တဲ့ အခြေအနေ (negative control) ကို တွေးဖို့ ခက်တယ်။ positive control က Bur A ဖြစ်ပြီး တခြားဘားစ်အားလုံးကို Bur A နဲ့ နှိုင်းယှဉ်နိုင်တယ်။

(စ) အချက်အလက်စုဆောင်းခြင်းနှင့် ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း

- ဓာတ်ခွဲခန်းမှတ်စုစာအုပ် (laboratory notebook) ကို သေချာထားပါ – အမှားတွေ၊ ဖြတ်ကျော်မှုတွေကို မဖျက်ပါနဲ့။
- ဒေတာကို ကွန်ပျူတာမှာ တိုက်ရိုက်မှတ်တမ်းတင်နိုင်ပေမဲ့ hard drive ပျက်ရင် ပြဿနာဖြစ်နိုင်တယ်။

စာရေးဆရာရဲ့ ကိုယ်ပိုင်နည်းလမ်း – **ဒေတာအစုတစ်ခုစီကို ထုတ်လုပ်ပြီးတာနဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာတယ်။**
ဒီလိုလုပ်ခြင်းရဲ့ အားသာချက်တွေ –

၁။ သုတေသီအတွက် ရှင်းရှင်းလင်းလင်း တိုးတက်မှုမှတ်တိုင်တွေ ဖန်တီးပေးတယ်။
၂။ ဘားစ်တွေကြား ဒါမှမဟုတ် ဖြတ်တောက်တဲ့အခြေအနေတွေကြား ကွာခြားချက်တွေကို အစောပိုင်းမှာ သိစေတယ်။
၃။ ပုံမှန်အချိန်တွေမှာ အောင်မြင်မှုတွေကို မြင်ရတဲ့အတွက် ကျေနပ်မှုရှိတယ်။

ဒါပေမဲ့ – အခြေအနေတွေ၊ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတွေ၊ စမ်းသပ်သူတွေ ပြောင်းသွားရင် ဒါမှမဟုတ် အချိန်ကွာလွန်းရင် ဒေတာနှစ်စုကို နှိုင်းယှဉ်တာက မေးခွန်းထုတ်စရာဖြစ်နိုင်တယ်။ ဒါကြောင့် ထိန်းချုပ်မှုတွေကို အမြဲသုံးပါ။

၅.၅ ဒီအခန်းရဲ့အခြေခံယူဆချက်

ဒီအခန်းတစ်လျှောက်လုံးမှာ သုတေသီဟာ **အရေအတွက်သတ်မှတ်လို့ရတဲ့ လေ့လာမှုတွေ (quantifiable studies)** လုပ်နေတယ်လို့ ယူဆထားတယ်။ ဒါပေမဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေ ဒါမှမဟုတ် လက်တွေ့အကျိုးသက်ရောက်မှုတွေကို အဆင့်သတ်မှတ်ပြီး လေ့လာတဲ့ နှိုင်းယှဉ်လေ့လာမှုတွေလိုမျိုး စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မလုပ်နိုင်တဲ့ သုတေသနအမျိုးအစားတွေလည်း ရှိတယ်။ ဒါတွေကို နောက်အခန်းမှာ ဆွေးနွေးမယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **သုတေသနဒီဇိုင်းဆွဲတာဟာ မေးခွန်းတွေမေးခြင်းကနေ စတယ်** –
  ရိုးရိုးလေ့လာတွေ့ရှိချက်တစ်ခုကနေ ရှုပ်ထွေးတဲ့ သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခု ဖြစ်လာနိုင်တယ်။
- **ပြဿနာကို အပိုင်းပိုင်းခွဲပါ** – ဖြတ်တောက်တဲ့အခြေအနေ၊ ပစ္စည်း၊ စမ်းသပ်မှုတွေ၊ ထိန်းချုပ်မှုတွေကို သီးခြားစီစဉ်းစားပါ။
- **စာပေကို အားကိုးပါ** – အရင်ကလေ့လာမှုတွေက နည်းလမ်းနဲ့ စမ်းသပ်မှုတွေအတွက် လမ်းညွှန်ပေးမှာပါ။

- **ထိန်းချုပ်မှုတွေ (controls) က အရေးကြီးတယ်** – Positive နဲ့ negative controls တွေက ကိုယ့်ရဲ့ စမ်းသပ်မှုတွေ မှန်ကန်ကြောင်း အတည်ပြုပေးတယ်။
- **ဒေတာကို ထုတ်လုပ်ပြီးတာနဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာပါ** – ဒါက အစောပိုင်းမှာ အမှားတွေကို ဖမ်းမိစေပြီး တိုးတက်မှုကို မြင်စေတယ်။
- **ဒီဇိုင်းဆွဲတာဟာ ထပ်ခါထပ်ခါ ပြန်လုပ်ရတဲ့ ဖြစ်စဉ်တစ်ခုပါ** – စမ်းသပ်မှုတစ်ခုက မေးခွန်းအသစ်တွေ ပေါ်လာစေပြီး နောက်ထပ် ဒီဇိုင်းတွေ ဆွဲရပြန်တယ်။

အခန်း (၆) – စားပွဲပေါ်မှာမလုပ်တဲ့ သုတေသန (Non-Bench Research)

ဒီအခန်းတစ်လျှောက်လုံးမှာ ဓာတ်ခွဲခန်း (bench) သုတေသနကို လုပ်မယ်လို့ ယူဆထားတယ်။ ဒါပေမဲ့ သုတေသီတိုင်းမှာ ဓာတ်ခွဲခန်း ဒါမှမဟုတ် စမ်းသပ်ပစ္စည်းကိရိယာ အမျိုးမျိုး မရှိတတ်ဘူး။ ဒီလိုအခါမျိုးမှာ သုတေသီအတွက် လုံးဝအသုံးဝင်တဲ့ အခြားလမ်းကြောင်းတွေ ရှိပါတယ် – အဓိကအားဖြင့် **လက်တွေ့သုတေသန (clinical research)** နဲ့ **စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေ (literature reviews)** ပါပဲ။

ဒါပေမဲ့ ဓာတ်ခွဲခန်းသုတေသနမှာ သိသာတဲ့ အားသာချက်တွေ ရှိတယ် (ဇယား ၆.၁) –

ဓာတ်ခွဲခန်းသုတေသနရဲ့အားသာချက်များ

တိကျတဲ့ null နဲ့ alternative ယူဆချက်တွေ ချမှတ်နိုင်ခြင်း

အရင်လေ့လာမှုတွေအကြောင်း ရရှိနိုင်တဲ့ စာပေ

သတ်မှတ်နိုင်ပြီး ထိန်းချုပ်နိုင်တဲ့ စမ်းသပ်မှုသတ်မှတ်ချက်တွေ

ရရှိနိုင်ပြီး ယုံကြည်စိတ်ချရတဲ့ စမ်းသပ်ပစ္စည်းကိရိယာတွေ

ပြန်လုပ်လို့ရတဲ့ စမ်းသပ်ပစ္စည်းတွေ

အရေအတွက်သတ်မှတ်လို့ရတဲ့ စမ်းသပ်ဒေတာ

Parametric စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု လုပ်နိုင်ခြင်း

၆.၁ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုများ (Literature Reviews)

စာပေပြန်လှန်လေ့လာခြင်းဟာ သုတေသနပရောဂျက်တိုင်းရဲ့ လိုအပ်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုပါ – ဓာတ်ခွဲခန်းဖြစ်ဖြစ်၊ လက်တွေ့ဖြစ်ဖြစ်ပါ။ သုတေသနအစီရင်ခံစာ၊ စာတမ်း (thesis)၊ ကျမ်းစာတမ်း (dissertation)၊ နဲ့ သိပ္ပံစာတမ်းတွေအတွက် လိုအပ်ပါတယ်။

စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေကို ဂျာနယ်၊ တက္ကသိုလ်စည်းမျဉ်း၊ ဒါမှမဟုတ် ရည်ရွယ်အသုံးပြုမှုအရ အရှည်အတိုသတ်မှတ်လေ့ရှိတယ် – ဆိုလိုတာက **အာရုံစူးစိုက်ပြီး ရေးနေတဲ့အစီရင်ခံစာရဲ့ အကြောင်းအရာဆီ ဦးတည်ရမယ်။**

၆.၁.၁ သီးခြားစာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုတစ်ခုကို ဘယ်လိုလုပ်မလဲ

ဘာသာရပ်တစ်ခုအတွင်း စာပေကို ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်နဲ့ ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့ ပြန်လှန်လေ့လာမှုတစ်ခုဟာ **သူ့ဘာသာသူ တန်ဖိုးရှိတယ်**၊ ပြီးတော့ ဒါဟာ သုတေသနလို့ သတ်မှတ်လို့ရတယ်။ တကယ်တော့ ဒီလိုပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေဟာ စာပေအတွက် အလွန်အသုံးဝင်ပြီး သုတေသနအခြေပြု သိပ္ပံစာတမ်းတွေမှာ မကြာခဏ ကိုးကားခံရတယ်။

ဒါဆိုရင် "သီးခြားရပ်တည်တဲ့" စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှု (stand-alone literature review) ကို ဘယ်လိုလုပ်မလဲ။

စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့ အခြေခံမူများ

၁။ ဘာသာရပ်ကို စိတ်ဝင်စားမှု

မည်သည့်အရေးအသားမဆို ပထမစည်းမျဉ်းက **စိတ်ဝင်စားမှု** ဖြစ်သင့်တယ်။ စိတ်မဝင်စားတဲ့ ဘာသာရပ် ဒါမှမဟုတ် ပိုဆိုးတာက မကြိုက်တဲ့ဘာသာရပ်အကြောင်း ရေးဖို့ဆိုတာ ခက်ခဲပါတယ်။

၂။ အာရုံစူးစိုက်မှုရှိပါ

အကြောင်းအရာအမှတ် A ကနေ အမှတ် B ကို တိုက်ရိုက်သွားတာက ပိုမြန်ပြီး ပိုလွယ်တယ်၊ ဘေးထွက်ခရီးတွေ ဒါမှမဟုတ် ဝေ့ဝိုက်ပြောဆိုမှုတွေ မလုပ်ပါနဲ့။

မှတ်ချက် – ဘေးထွက်လမ်းကြောင်းတွေက စိတ်ဝင်စားစရာကောင်းပေမဲ့ အဓိကဆွေးနွေးချက်ရဲ့ အာရုံကို လွဲသွားစေနိုင်တယ်။ တကယ်စိတ်ဝင်စားရင် ခေါင်းစဉ်ခွဲတွေအဖြစ် ထည့်သွင်းပြီး ဆက်စပ်မှုကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြပါ။

၃။ ပရိသတ်ကို ပစ်မှတ်ထားပါ

ပြန်လှန်လေ့လာမယ့် ဘာသာရပ်ကို ဆုံးဖြတ်ပြီးတာနဲ့ အောက်ပါမေးခွန်း သုံးခုကို ဖြေရမယ် –

- ဒီပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့ ရည်ရွယ်ချက်က ဘာလဲ။
- ပြန်လှန်လေ့လာမှုက ယေဘုယျသဘော (ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်) လား၊ အထူးပြုသဘော (ကျဉ်းမြောင်းတဲ့ နယ်ပယ်ကို ဦးတည်) လား။
- ဘယ်မှာ ထုတ်ဝေမှာလဲ။

၄။ ဘာသာရပ်နဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ ဂျာနယ်တွေကို ကြည့်ပါ

စာမူမတင်သွင်းခင် ဂျာနယ်တွေရဲ့ ပစ်မှတ်စာဖတ်ပရိသတ်နဲ့ သူတို့ထုတ်ဝေတဲ့ ပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေရဲ့ ပုံစံနဲ့ အဆင့်ကို သေချာအကဲဖြတ်ပါ။

၅။ စာဖတ်သူကို သိပါ

ပြန်လှန်လေ့လာမှုက ရည်ရွယ်ထားတဲ့ စာဖတ်ပရိသတ်အတွက် သင့်တော်တဲ့ အဆင့်မှာ ရှိဖို့ အရေးကြီးတယ်။ တူညီတဲ့မေးခွန်းကို ဘွဲ့ကြိုစာမေးပွဲမှာရော PhD viva voce မှာပါ မေးနိုင်ပေမဲ့ အဖြေရဲ့ အတိမ်အနက်က ကွဲပြားပါတယ်။

၆။ ရိုးရှင်းအောင်ထားပါ – ဒါပေမဲ့ လွန်လွန်းမရိုးရှင်းပါနဲ့

စာဖတ်သူတွေက ဒီနယ်ပယ်ရဲ့ ကျွမ်းကျင်သူတွေလို့ ယူဆနိုင်တယ် – ဒါကြောင့် အခြေခံတွေကို အသေးစိတ်မနေပါနဲ့။ လိုအပ်ရင် နောက်ဆက်တွဲ (appendix) မှာ ထည့်ပါ။

၇။ စိတ်ဝင်စားစရာကောင်းအောင်ထားပါ

ပျင်းစရာကောင်းတဲ့ စာသားကို ဖတ်ရတာ ခက်ခဲတယ်။ ကိုယ်ရေးနေတာ ပျင်းရင် စာဖတ်သူအတွက် စဉ်းစားကြည့်ပါ။

၆.၂ လက်တွေ့သုတေသန (Clinical Research)

လက်တွေ့သုတေသနက ပုံစံအမျိုးမျိုးနဲ့ လမ်းကြောင်းအမျိုးမျိုး ရှိနိုင်ပေမဲ့ အဓိကအားဖြင့် **လူနာတွေနဲ့ သက်ဆိုင်တယ်** – ဒါကြောင့် လူသားတွေနဲ့ တိရစ္ဆာန်တွေရဲ့ ပင်ကိုယ်ကွဲပြားမှုတွေကြောင့် ခက်ခဲမှုတွေ ရှိတယ်။

လက်တွေ့ (non-bench) သုတေသနရဲ့ သာမာန်ဥပမာတွေက –

- လက်တွေ့လက္ခဏာတွေနဲ့ ရောဂါလက္ခဏာတွေကို လေ့လာခြင်းနဲ့ အစီရင်ခံခြင်း
- ပြုပြင်ထားတဲ့ နဲ့/သို့မဟုတ် ဆန်းသစ်တဲ့ ခွဲစိတ်နည်းလမ်းတွေ
- အခြားသော ကုသမှုအစီအစဉ်တွေ
- ဆေးဝါးအသစ်တွေရဲ့ အကဲဖြတ်ခြင်း

ဒီသုတေသနပရောဂျက်တွေအားလုံးမှာ လူနာတွေ ပါဝင်ပြီး ယေဘုယျအားဖြင့် စာရင်းအင်းအရ အဓိပ္ပါယ်ရှိတဲ့ အချက်အလက်တွေ ရဖို့ လူနာအများအပြား လိုအပ်တယ်။

၆.၃ လူသားလေ့လာမှုများနဲ့ တိရစ္ဆာန်လေ့လာမှုများ

လူသားလေ့လာမှုများ –

- တိကျတဲ့ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတွေ (protocols)
- လူနာသဘောတူခွင့်ပြုချက်ပုံစံတွေ (patient consent forms)
- ကျင့်ဝတ်နဲ့ စည်းမျဉ်းဆိုင်ရာ လူသားလေ့လာမှုစည်းမျဉ်းတွေကို လိုက်နာရမယ်။

တိရစ္ဆာန်လေ့လာမှုများ –

- သဘောတရားအရ ပိုရိုးရှင်းပေမဲ့ တိရစ္ဆာန်လေ့လာမှုဒေတာကို လူသားတွေနဲ့ ဆက်စပ်ခြင်းနဲ့ အဓိပ္ပါယ်ဖော်ခြင်းက ခက်ခဲတယ်။
- ကုန်ကျစရိတ်၊ ရရှိနိုင်မှု၊ လူသားဆန်တဲ့ ကုသမှုလိုအပ်ချက်တွေ၊ တိရစ္ဆာန်အပေါ် ခွဲစမ်းမှုဆန့်ကျင်ရေး စည်းမျဉ်းတွေကလည်း အရေးကြီးတယ်။

၆.၄ လက်တွေ့သုတေသနမှာ ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမယ့် အချက်များ

လက်တွေ့လေ့လာမှုတွေမှာ အကြောင်းအချက်များစွာ သက်ရောက်မှုရှိတယ် – လူသားနဲ့ တိရစ္ဆာန်တွေရဲ့ တုံ့ပြန်မှုအပေါ် သက်ရောက်တဲ့ မရေမတွက်နိုင်တဲ့ လွှမ်းမိုးမှုတွေကို မှန်ကန်စွာ ထည့်မတွက်ရင် သုတေသနဒေတာထဲကို ဘက်လိုက်မှုတွေ သိသိသာသာ ထည့်သွင်းနိုင်တယ်။

ထည့်သွင်းစဉ်းစားရမယ့် အချက်တချို့ –

- ကျား၊ မ
- လူမျိုး
- မျိုးရိုးဗီဇ
- ပတ်ဝန်းကျင်
- ယဉ်ကျေးမှုကွဲပြားမှုများ (ဥပမာ – အစားအသောက်ကွဲပြားမှု၊ ကျန်းမာရေးဖြည့်စွက်စာ သောက်သုံးမှု)
- လူမှုစီးပွားအခြေအနေများ

ဥပမာ – ဗီတာမင် B က sulfonamide ဆေးဝါးတွေနဲ့ ထိတွေ့တဲ့ ဘက်တီးရီးယားတွေအတွက် အခြားဇီဝဖြစ်စဉ်လမ်းကြောင်း (alternative metabolic pathway) ကို ပေးနိုင်ပြီး ဆေးဝါးရဲ့ ထိရောက်မှုကို ပျက်ပြယ်စေနိုင်တယ်။

အရေးကြီးအချက် – သုတေသနမစခင် **ဇီဝဆေးပညာဆိုင်ရာ စာရင်းအင်းပညာရှင် (biomedical statistician)** နဲ့ အမြဲတိုင်ပင်ဖို့ အကြံပြုပါတယ်။

၆.၅ Non-Bench သုတေသနအတွက် အချက်အလက်မှတ်တမ်းတင်ခြင်း

လက်တွေ့လေ့လာမှုများစွာမှာ **အရေအတွက်သတ်မှတ်ချက် (ordinal သို့မဟုတ် parametric measurements)** တွေကို သုံးတယ် – ဥပမာ သွေးပေါင်ချိန်၊ အပူချိန်၊ အလေးချိန်၊ သွေးဓာတုဗေဒ စတာတွေ။ ဒီဒေတာတွေကို parametric စာရင်းအင်းနည်းနဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာလို့ရတယ်။

ဒါပေမဲ့ – ရောင်ရမ်းမှုအတိုင်းအတာ၊ ဘက်တီးရီးယားပွားမှု၊ နာကျင်မှုအကဲဖြတ်ခြင်းလိုမျိုး နှိုင်းယှဉ်ဒေတာတွေက ပိုခက်ခဲတယ်။

အဆင့်သတ်မှတ်စနစ် (Scoring Procedures)

ဒီလိုကိစ္စမျိုးတွေအတွက် –

- နာကျင်မှုကို လူနာက ကိုယ်တိုင် ၁၀ မှတ်စနစ်နဲ့ အကဲဖြတ်တယ် (၁၀ = မခံနိုင်အောင်နာတယ်၊ ၀ = နာကျင်မှုမရှိ)။
- အကိုက်အခဲပျောက်ဆေးရဲ့ထိရောက်မှုကို ဆေးသောက်ပြီးနောက် နာကျင်မှုအဆင့် ပြောင်းလဲမှုနဲ့ တိုင်းတာတယ်။
- ဒီလိုနည်းနဲ့ လူနာများစွာရဲ့အချက်အလက်တွေကို စာရင်းအင်းအရ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာလို့ရတယ်။

အရေးကြီးတာက –

- အကဲဖြတ်သူတွေက လွတ်လပ်သူများဖြစ်ရမယ်။
- အကဲဖြတ်မှုကို သဘောတူထားတဲ့ ရှင်းလင်းတဲ့ စံနှုန်းတွေနဲ့ ချိန်ညှိထားရမယ် (calibration)။
- အကဲဖြတ်သူများစွာ သုံးခြင်းက ဘက်လိုက်မှုအန္တရာယ်ကို လျှော့ချပေးတယ်။

Placebo Effect အကြောင်း

Placebo effect က ဒီလိုလေ့လာမှုတွေမှာ အမြဲတမ်း ရှုပ်ထွေးစေတယ်။ အထူးသဖြင့် ကလေးတွေမှာ တုံ့ပြန်မှုရဲ့ ၃၀% အထိ placebo effect ကြောင့် ဖြစ်နိုင်တယ်။

၆.၆ အရေအတွက်မသတ်မှတ်နိုင်တဲ့ အချက်အလက်များ

တစ်ခါတစ်ရံမှာ လက်တွေ့လေ့လာမှုတွေရဲ့ ရလဒ်တွေကို အရေအတွက်သတ်မှတ်လို့ မရနိုင်ဘူး ဒါမှမဟုတ် စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာလို့ မရနိုင်ဘူး။

ဒီလိုကိစ္စမျိုးတွေက စိတ်ရောဂါကုသမှု၊ စိတ်ပညာ၊ လူမှုဗေဒလိုမျိုး နယ်ပယ်တွေမှာ အဖြစ်များတယ်။

ဥပမာ – Irving Goffman ရဲ့ စိတ်ကျန်းမာရေးစနစ်တစ်ခုလုံးကို လေ့လာခြင်းနဲ့ သူ့ရဲ့ နာမည်ကြီး "Asylums" စာအုပ်။

ဒီလိုအခါမျိုးမှာ သုတေသီဟာ ရလဒ်တွေကို အကျဉ်းချုပ်ပြီး ကောက်ချက်တွေကို ဘယ်လိုဆွဲတယ်ဆိုတာ ဖော်ပြရမယ်။

၆.၇ နိဂုံး

Charles Prestwich Scott က Manchester Guardian မှာ ၁၉၂၆ ခုနှစ် မေလ ၆ ရက်နေ့မှာ ရေးခဲ့တယ် – **"မှတ်ချက်ပေးခြင်းက အခမဲ့ပေမဲ့ အချက်အလက်တွေက မြင့်မြတ်တယ်။"**

ဓာတ်ခွဲခန်းနဲ့ လက်တွေ့သုတေသန တွေ့ရှိချက်တွေဟာ –

- အချက်အလက်တွေကို ဝေဖန်ဆန်းစစ်ပြီး ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာလို့မရရင် အဓိပ္ပါယ်နည်းတယ်။
- မှန်ကန်တဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက တိကျပြီး ပြန်လုပ်လို့ရတဲ့ စူးစမ်းမှုအတွက် အဓိကကျတယ်။
- စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုမရှိရင် ထင်မြင်ချက်ဟာ ထင်မြင်ချက်သက်သက်ပဲ – အတည်ပြုနိုင်မယ်လို့ မဆိုလိုဘူး။

ဒါပေမဲ့ – စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုလုပ်တဲ့အခါ ထင်မြင်ချက်က အရေးကြီးတယ်။

အရေးကြီးတဲ့ အကြံပြုချက် – ဂုဏ်သတင်းကြီးတဲ့ ဂျာနယ်တွေမှာ ထုတ်ဝေထားတာတောင် အမြဲတမ်း မှန်တယ်လို့ မဆိုလိုဘူး။ (ဥပမာ – Piltdown Man လိမ်လည်မှု)

ဂရုတစိုက်နဲ့ ဝေဖန်ဆန်းစစ်တဲ့ ပြန်လှန်လေ့လာသူဟာ –

- ပြဿနာတစ်ခုရဲ့ နှစ်ဖက်စလုံးကို ဆွေးနွေးပြီး
- သိပ္ပံဆိုင်ရာ အမှန်တရား ဘယ်မှာရှိနိုင်လဲဆိုတာ ညွှန်ပြဖို့ ကြိုးစားခြင်းအားဖြင့် သိပ္ပံပညာအတွက် အမှန်တကယ် အကျိုးဆောင်တယ်။

ဒါပေမဲ့ ပြန်လှန်လေ့လာမှုရေးသူဟာ သူ့ရဲ့ထင်မြင်ချက်ကို ဘယ်မှာတင်ပြတယ်ဆိုတာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြရမယ် – ဥပမာ "In the author's opinion ...." လိုမျိုး။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ဓာတ်ခွဲခန်းသုတေသန** – အားသာချက်တွေရှိပေမဲ့ လူတိုင်းမှာ ဓာတ်ခွဲခန်း မရှိနိုင်ဘူး။
- **စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှု** – သုတေသနတစ်ခုအနေနဲ့ ရပ်တည်နိုင်ပြီး အလွန်တန်ဖိုးရှိတယ်။
- **လက်တွေ့သုတေသန** – လူနာတွေနဲ့ လုပ်ရတာမို့ ရှုပ်ထွေးပေမဲ့ စေ့စပ်သေချာတဲ့ ဒီဇိုင်းနဲ့ လုပ်ရင် တန်ဖိုးရှိတဲ့ ဒေတာတွေ ထွက်လာနိုင်တယ်။
- **အဆင့်သတ်မှတ်စနစ်** – နာကျင်မှု၊ ရောင်ရမ်းမှုလိုမျိုး ပုဂ္ဂလဒိဋ္ဌတန်ဖိုးတွေကို အရေအတွက်သတ်မှတ်နိုင်တဲ့ပုံစံ ပြောင်းလဲဖို့ သုံးတယ်။
- **ဘက်လိုက်မှုကို သတိထားပါ** – ယဉ်ကျေးမှု၊ အစားအသောက်၊ လူမှုစီးပွားအခြေအနေတွေက ရလဒ်တွေကို သက်ရောက်နိုင်တယ်။
- **စာရင်းအင်းပညာရှင်နဲ့ တိုင်ပင်ပါ** – သုတေသနမစခင် ဇီဝဆေးပညာဆိုင်ရာ စာရင်းအင်းပညာရှင်နဲ့ တိုင်ပင်ဖို့ အထူးအရေးကြီးတယ်။
- **စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုမှာ ထင်မြင်ချက်** – ဝေဖန်ဆန်းစစ်မှုက အရေးကြီးပေမဲ့ ကိုယ့်ထင်မြင်ချက်ကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြပါ။

အခန်း (၇) – အမှားအယွင်း၏ရင်းမြစ်များနှင့် "အိုး" ဆိုတဲ့အချက်ကို ရှောင်ရှားခြင်း

(Sources of Error and Avoiding the "Whoops" Factor)

ငါတို့အားလုံး အမှားတွေ လုပ်ကြတယ် – တချို့က တခြားသူတွေထက် ပိုလုပ်တတ်ပေမဲ့ အားလုံးက အမှားတွေ လုပ်ကြတယ်။ ဒီအမှားတွေက ငါတို့ရဲ့ သုတေသနကို တိုက်ရိုက်ရော သွယ်ဝိုက်ရောပါ သက်ရောက်တယ်၊ အထူးသဖြင့် ငါတို့ရဲ့ သုတေသနတွေ့ရှိချက်တွေကိုပါ။ အမှားတွေကို အမြဲတမ်း ကာကွယ်လို့ မရပေမဲ့ သူတို့ရဲ့ သက်ရောက်မှုကို လျှော့ချနိုင်တယ်။

အောက်မှာ ကာကွယ်လို့ရတဲ့ အမှားတွေကို ရှောင်ရှားနည်း အခြေခံလမ်းညွှန်ချက်တွေကို ဖော်ပြထားပြီး၊ အတွေ့အကြုံအရ ဖြစ်ပျက်ခဲ့တဲ့ ပုံပြင်တွေနဲ့ ဥပမာပေးထားပါတယ် (စာလုံးစောင်းနဲ့ ဖော်ပြထားတာ)။

၇.၁ စည်းမျဉ်း (က) – တိုင်းတာရေးကိရိယာများကို နေ့စဉ် သုည‌ပြန်သတ်မှတ်ပါ

ချိန်ခွင်၊ မှတ်တမ်းတင်ကိရိယာ၊ မိုက်ခရိုမီတာ စတဲ့ တိုင်းတာရေးကိရိယာတိုင်းကို **နေ့စဉ်** သုည‌ပြန်သတ်မှတ်ပါ။ တိုင်းတာမှုတိုင်း မလုပ်ခင် သုည‌ဖြစ်မဖြစ် စစ်ဆေးပါ။ ကိရိယာအားလုံးကို အသိအမှတ်ပြုထားတဲ့ စံနှုန်းတွေနဲ့ အနည်းဆုံး တစ်ပတ်တစ်ကြိမ် ချိန်ညှိပါ (သုံးစွဲမှုအပေါ်မူတည်ပြီး ပိုမကြာခဏလည်း လုပ်နိုင်တယ်)။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

သုတေသနကျောင်းသားအသစ်တစ်ယောက်က စိတ်ဝင်စားစရာကောင်းတဲ့ ဒေတာတွေ ယူလာတယ်။ ဒါပေမဲ့ ရှင်းပြဖို့ ခက်တယ်။ သေချာမေးမြန်းကြည့်တဲ့အခါ မှတ်တမ်းတင်ကိရိယာရဲ့ ဇယားအမြန်နှုန်း (chart speed) က ဘာလဲလို့ မေးတော့ "ဇယားအမြန်နှုန်း? ဘာဇယားအမြန်နှုန်းလဲ" တဲ့။ သူမဟာ စမ်းသပ်မှုတွဲတစ်ခုကို ဇယားအမြန်နှုန်းတစ်ခုနဲ့လုပ်ပြီး ဒုတိယနဲ့ တတိယတွဲကို မတူညီတဲ့ အမြန်နှုန်းတွေနဲ့ လုပ်ထားတာမို့ တိုင်းတာမှုတွေ ကွဲပြားနေပြီး ထူးဆန်းတဲ့ ရလဒ်တွေ ဖြစ်ပေါ်နေတာ။ **အိုး!**

သုတေသီက သူမသုံးတဲ့ ကိရိယာတွေအကြောင်း သင်တန်းခံယူထားပေမဲ့ စိတ်အားထက်သန်မှုက လေ့ကျင့်မှုကို ကျော်သွားပြီး စမ်းသပ်မှုတွဲတိုင်း မလုပ်ခင် စမ်းသပ်မှုသတ်မှတ်ချက်အားလုံးကို မစစ်ဆေးမိဘူး။

၇.၂ စည်းမျဉ်း (ခ) – စံနမူနာများ (Standards) ကို အမြဲတမ်း ထည့်သွင်းပါ

စမ်းသပ်မှုတွေကို သိထားတဲ့ စံနှုန်းတွေနဲ့ တစ်ချိန်တည်းမှာ မလုပ်ဘဲ ရလဒ်တွေကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အသုံးပြုနိုင်ရင် မမျှော်လင့်ထားတဲ့ရလဒ်က တကယ်လား ဒါမှမဟုတ် ကိရိယာရဲ့ချို့ယွင်းချက်လားဆိုတာ သိရခက်တယ်။ ဒီစည်းမျဉ်းက သုံးတဲ့ ဓာတုပစ္စည်းတိုင်းအတွက်လည်း အကျုံးဝင်တယ်။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

ကျွန်တော် စက်မှုလုပ်ငန်းမှာ R&D စတင်လုပ်တုန်းက စမ်းသပ်မှုတစ်ခုက ဖြစ်သင့်တဲ့အတိုင်း မဖြစ်ဘူး။ အကုန်စစ်ပြီးတော့ သုံးနေတဲ့ ဓာတုပစ္စည်းတွေကို ကြည့်ဖို့ စဉ်းစားမိတယ်။ ဂုဏ်သတင်းကြီးတဲ့ ထုတ်လုပ်သူဆီကနေ ပိုတက်စီယမ်နိုက်ထရိတ် ကွန်တိန်နာအသစ်မှာ **ဆိုဒီယမ်ဆာလဖိတ်** ပါနေတယ်။ **အိုး!** ဓာတုပစ္စည်းကို အစားထိုးလိုက်တာနဲ့ အရာရာ ပုံမှန်ဖြစ်သွားတယ်။

ထုတ်လုပ်သူတွေက ဓာတုပစ္စည်းတွေကို အညွှန်းလွဲခြင်းက ရှားပေမဲ့ ဖြစ်တတ်တယ်။ တခြားနည်းလမ်းအကုန်မအောင်မြင်ရင် သုံးနေတဲ့ ဓာတုပစ္စည်းတွေကို စစ်ဆေးဖို့ ထိုက်တန်တယ်။

၇.၃ စည်းမျဉ်း (ဂ) – အစားထိုးပစ္စည်းများ အဆင်သင့်ရှိထားပါ

အထူးသဖြင့် pH နဲ့ reference electrodes၊ chromatography columns လိုမျိုး စံတိုင်းတာရေးကိရိယာတွေအတွက် အစားထိုးပစ္စည်းတွေ ဆောင်ထားပါ။ လေ့လာမှုတစ်ခုရဲ့အစမှာ ကိရိယာနှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုတာကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်းက ကောင်းမွန်စွာအလုပ်မလုပ်တဲ့ ကိရိယာကို ဖယ်ရှားပေးနိုင်ပြီး အချိန်ဖြုန်းတာနဲ့ စိတ်ပျက်စရာတွေကို ရှောင်ရှားနိုင်တယ်။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

ဖိုက်ဘာဂလက်စ် စစ်ထုတ်စက်အတွက် ထိန်းသိမ်းထားတဲ့ ဇယားကွက်တွေ သံချေးတက်နေတဲ့ ပြဿနာကို ဖြေရှင်းဖို့ ကျွန်တော့်ကို ခေါ်တယ်။ အရင်နှစ်တွေက ဒီပြဿနာ မရှိခဲ့ဘူး။ ဘာမှမပြောင်းထားဘူးလို့ အာမခံပေမဲ့ ကုမ္ပဏီက ဖိုက်ဘာဂလက်စ် ထောက်ပံ့သူအသစ်ကို ပြောင်းထားတာ ဖြစ်သွားတယ် – ပစ္စည်းအသစ်ကို မှန်ကန်စွာ မစူးစမ်းခဲ့ဘူး။ ပစ္စည်းအသစ်မှာ ဟိုက်ဒရိုကလိုရစ်အက်ဆစ် ပါဝင်မှုမြင့်မားပြီး စိုထိုင်းဆပြောင်းတဲ့အခါ အက်ဆစ်ထွက်လာကာ သံချေးတက်တာကို တွေ့ရတယ်။ **အိုး!**

ကုမ္ပဏီက ပစ္စည်းဟောင်းကို ပြန်သုံးတဲ့အခါ ပြဿနာတွေ ပျောက်သွားပြီး တစ်နှစ်ကို ဒေါ်လာ သိန်းရာနဲ့ချီ သက်သာသွားတယ်။ လိုအပ်တဲ့စစ်ဆေးမှုတွေ မလုပ်ရင် ဘာဖြစ်နိုင်တယ်ဆိုတဲ့ ရှင်းလင်းတဲ့ ဥပမာပါ။

၇.၄ စည်းမျဉ်း (ဃ) – နှစ်ကြိမ်တိုင်းပါ၊ တစ်ကြိမ်ဖြတ်ပါ

အတွေ့အကြုံရှိတဲ့ လက်သမားတွေရဲ့ဒီစကားပုံက ကောင်းတဲ့ အကြံဉာဏ်ပါ။ အစောပိုင်းမှာ ကာကွယ်လို့ရတဲ့ တိုင်းတာမှုအမှားတစ်ခုကြောင့် ပြန်သွားပြီး ထပ်လုပ်ရတာက ခက်ခဲပြီး ဝေဒနာတစ်ခုပါ။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

လွန်ခဲ့တဲ့ နှစ်အနည်းငယ်က သွားကျောင်းသား နှစ်ယောက်က အချိုရည်တွေရဲ့ သွားပေါ်သက်ရောက်မှုအကြောင်း ကျွန်တော့်နဲ့ အလုပ်လုပ်တယ်။ ဒေတာတွေ ဂုဏ်ယူစွာ တင်ပြတဲ့အခါ တစ်ခုခုမှားနေတာက ချက်ချင်းသိသာပြီး ဘာမှမကိုက်ညီဘူး။ သေချာမေးမြန်းတဲ့အခါ ကျောင်းသားတွေက သွားကြွေလွှာနဲ့ သွားပျော့ဖတ်ပေါ် ပျော်ဝင်မှုသက်ရောက်ချက်တွေကို မခွဲခြားထားဘူး။ ပိုဆိုးတာက နမူနာတစ်ခုချင်းစီရဲ့ ပျော်ဝင်နှုန်းကို မတွက်ချက်ဘဲ အကုန်ပေါင်းပြီး တွက်ထားတယ်။ **အိုး!**

ကျောင်းသားတွေကို သွားကြွေလွှာ၊ သွားပျော့ဖတ်၊ နဲ့ သွားဖုံးသွားရည်တွေရဲ့ ပါဝင်ပစ္စည်းတွေ ကွဲပြားတယ်ဆိုတာ၊ အချဉ်ဓာတ်ပါတဲ့ အချိုရည်တွေမှာ ပျော်ဝင်မှုကို သိသိသာသာ

သက်ရောက်တယ်ဆိုတာ ရှင်းပြခဲ့ရတယ်။ ဒါ့အပြင် နမူနာတစ်ခုချင်းစီရဲ့အပြုအမူ ကွဲပြားနိုင်တာမို့ ပျော်ဝင်နှုန်းကို အုပ်စုလိုက်မဟုတ်ဘဲ နမူနာတစ်ခုချင်းစီအတွက် တွက်သင့်တယ်လို့ ညင်ညင်သာသာ ရှင်းပြခဲ့ရတယ်။ အဲဒီနောက် သုတေသနက ချောမွေ့သွားပြီး အသုံးဝင်တဲ့ ဒေတာတွေ ရခဲ့တယ်။

၇.၅ စည်းမျဉ်း (c) – ပြောတာနဲ့ ကြားတာက မတူနိုင်ဘူး

စပီကာအတွက် ရှင်းလင်းပြီး သိသာတာက နားထောင်သူအတွက် ရှင်းလင်းမှု မရှိနိုင်ဘူး။ ကိုယ်ပေးတဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေက နားထောင်သူအတွက် ရှင်းရှင်းလင်းလင်းနဲ့ တိကျမှုရှိမရှိ အမြဲစစ်ဆေးပါ။ အပြန်အလှန်အားဖြင့် ကိုယ်ကြားတာက ပြောတာနဲ့ မတူနိုင်ဘူး။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

ကျွန်တော့်ရဲ့ သုတေသနကျောင်းသားတစ်ယောက်က vernier စကေးပါတဲ့ traveling microscope သုံးပြီး ပစ္စည်းတွေရဲ့ အတိုင်းအတာပြောင်းလဲမှုကို ကြည့်တယ်။ သူမက တိုင်းတာမှုတွေလုပ်ပြီး ဒေတာတွေရတယ်။ ကျွန်တော်က တူညီတဲ့ နမူနာတွေကို ကြည့်တဲ့အခါ အကြောင်းရင်းမရှိဘဲ ရလဒ်တွေ သိပ်ကွာနေတယ်။ နောက်ဆုံးတော့ သူမက ညာဘက်ကနေ ဘယ်ဘက်ကို တိုင်းတာတယ်၊ ကျွန်တော်က ဘယ်ဘက်ကနေ ညာဘက်ကို တိုင်းတာတယ်။ လှည့်လို့ရတဲ့ vernier ဒိုင်းက ဘယ်ဘက်ကနေ ညာဘက်ကို တိုင်းတာတဲ့အခါ သုံးလို့ရပေမဲ့ ဆန့်ကျင်ဘက်သုံးရင် မှားယွင်းတဲ့တန်ဖိုးတွေ ပေးတယ်။ **အိုး!**

တစ်စုံတစ်ယောက်က တိုင်းတာပုံကို စောင့်ကြည့်တာက ဘယ်တော့မှ မထိခိုက်ဘူး – တခါတရံ သူတို့ရဲ့ ချဉ်းကပ်မှုက မှားနိုင်တယ် ဒါမှမဟုတ် လွဲမှားတဲ့ ဒေတာတွေ ပေးနိုင်တယ်၊ တခြားအချိန်တွေမှာတော့ သူတို့ရဲ့ ချဉ်းကပ်မှုက ကိုယ့်ထက်တောင် ပိုကောင်းနိုင်တယ်။

၇.၆ စည်းမျဉ်း (စ) – တခြားနည်းလမ်းအကုန်မအောင်မြင်ရင် ညွှန်ကြားချက်တွေကို ဖတ်ပါ

ကွန်ပျူတာဆော့ဖ်ဝဲဗားရှင်းအသစ်၊ ပြုပြင်ထားတဲ့၊ တိုးတက်အောင်လုပ်ထားတဲ့ ဒါမှမဟုတ် အစားထိုးတဲ့ ကိရိယာတွေ – ပြောင်းလဲမှုတစ်ခုခုက မထင်မှတ်တဲ့ ပြဿနာတွေ ဖြစ်စေနိုင်တယ်။

ကိရိယာ ဒါမှမဟုတ် ချဉ်းကပ်မှုတစ်ခုကို နှစ်ပေါင်းများစွာ သုံးခဲ့ရင်တောင် သုံးနေတဲ့အရာ ဒါမှမဟုတ် အကျွမ်းတဝင်ရှိတဲ့အရာက ပြင်ပအကြောင်းအချက်တွေကြောင့် ပြောင်းလဲမသွားဘူးဆိုတာ စစ်ဆေးဖို့ အမြဲတမ်း အသုံးဝင်တယ်။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

ကျွန်တော် UK က Gas Council မှာ စက်မှု R&D လုပ်နေတုန်း လျှပ်စစ်ဓာတုဗေဒ သံချေးတက်မှုလေ့လာမှုတွေ လုပ်တယ်။ ရံဖန်ရံခါ ထူးဆန်းတဲ့ သက်ရောက်မှုတစ်ခု ဖြစ်တတ်တယ်။ ထူးဆန်းတာက ဒီထူးဆန်းတဲ့သက်ရောက်မှုက ရက်အချို့မှာပဲ ဖြစ်ပြီး တခြားရက်တွေမှာ မဖြစ်ဘူး။ ကျွန်တော့်ရဲ့ဓာတ်ခွဲခန်းက လန်ဒန် Fulham က Fulham Gas Works ရဲ့အနီးမှာရှိတယ်။ ရံဖန်ရံခါ ဓာတ်ငွေ့စက်ရုံက ဆာလဖာအောက်ဆိုဒ် အနည်းငယ် ထုတ်လွှတ်တယ်။ ဒီဆာလဖာအောက်ဆိုဒ်တွေက စမ်းသပ်တဲ့ အီလက်ထရောလစ်ထဲ ရောက်သွားပြီး မထင်မှတ်တဲ့ ဒုတိယအကျိုးသက်ရောက်မှုကို ဖြစ်စေတယ်။ **အိုး!**

ဒေသဆိုင်ရာ လေထုညစ်ညမ်းမှုအဆင့်တွေကို သေချာစစ်ဆေးပြီးနောက် ဆာလဖာအောက်ဆိုဒ် ထည့်မှုအဆင့်ကို သိထားတဲ့ စမ်းသပ်မှုတွေ ပြန်လုပ်ခဲ့တယ်။ နောက်ပိုင်း ဒီဒုတိယလေ့လာမှုတွေကို အခြေခံပြီး စာတမ်းတစ်ခု ထုတ်ဝေခဲ့တယ်။

၇.၇ စည်းမျဉ်း (ဆ) – မေးပါ၊ ပြီးရင် ထပ်မေးပါ

လက်တွေ့လေ့လာမှုတွေမှာ လူနာက ဆေးဝါးတစ်ခုခု သောက်နေလား ဒါမှမဟုတ် သုတေသနပြုနေတဲ့ သက်ရောက်မှုတွေကို ပျက်ပြယ်စေနိုင်တဲ့ ကျန်းမာရေးဖြည့်စွက်စာတွေ သောက်နေလားဆိုတာ စစ်ဆေးပြီး ပြန်စစ်ဆေးဖို့ အမြဲတန်ဖိုးရှိတယ်။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

လွန်ခဲ့တဲ့ နှစ်အနည်းငယ်က ပါးစပ်ခွဲမြေးမှာ ပြင်းထန်တဲ့ aphthous အနာတွေနဲ့ လူနာတစ်ယောက် တင်ပြခဲ့တယ်၊ ကုသမှုက အကျိုးပြုခဲ့တယ်။ ဒါပေမဲ့ နောက်ဆက်တွဲသွားတဲ့အခါ ကုသမှု၊ သွားဖုံးအမျိုးအစား စတာတွေ ဘာမှမပြောင်းပေမဲ့ အနာတွေ တစ်ခါပျောက်ပြီး တစ်ခါပြန်ပေါ်တယ်။ နောက်တစ်ကြိမ် ပြန်သွားတဲ့အခါ လူနာက သစ်ကြံပိုးအရသာပါတဲ့

သွားဖုံးတစ်မျိုးကို ဝါးနေတာ တွေ့ရတယ်။ လူနာရဲ့ ကျန်းမာရေးမှတ်တမ်းကို ကြည့်တဲ့အခါ သစ်ကြံပိုးနဲ့ ဓာတ်မတည့်မှုရှိတာကို တွေ့ရတယ်။ **အိုး!** သွားဖုံးအမျိုးအစားပြောင်းလိုက်ရုံနဲ့ ပြဿနာ ပြေလည်သွားတယ်။

၇.၈ စည်းမျဉ်း (၈) – ကွန်ပျူတာဒေတာတွေကို လက်နဲ့ပြန်စစ်ပါ

ကွန်ပျူတာနဲ့ ကွန်ပျူတာဒေတာစီမံဆောင်ရွက်မှုတွေမှာ ညံ့ဖျင်းတဲ့ ထည့်သွင်းဒေတာ ဒါမှမဟုတ် လိုအပ်တဲ့တွက်ချက်မှုတွေအတွက် ပရိုဂရမ်ရေးသားမှုမှာ အမှားတွေက အမြဲတမ်းမသိသာတဲ့ အမှားတွေကို ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်တယ်။

ကောင်းတဲ့အလေ့အကျင့် – ကွန်ပျူတာကို တိုင်းတာမှုအများအပြားကနေ ဒေတာတွေထုတ်ဖို့ သုံးတိုင်း တွက်ချက်မှုတစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုကို လက်နဲ့ ပြန်လုပ်ပါ။

ဖြစ်ရပ်မှန်ပုံပြင် –

ကွန်ပျူတာ ဒါမှမဟုတ် စာရင်းဇယားကို ပေနဲ့ လက်မကို မီတာနဲ့ စင်တီမီတာအဖြစ် ပြောင်းဖို့ ပရိုဂရမ်လုပ်ထားတယ်ဆိုပါစို့။ ၁ လက်မကို ၂.၅ စင်တီမီတာလို့ ယူဆရင် ၁၀၀ ပေက ၃၀၀၀ စင်တီမီတာ (၃၀ မီတာ)။ ၁ လက်မကို ၂.၅၄ စင်တီမီတာလို့ ယူဆရင် ၁၀၀ ပေက ၃၀၄၈ စင်တီမီတာ (၃၀.၄၈ မီတာ) – ၁.၆% အမှား၊ ပြဿနာဖြစ်လောက်တဲ့ ပမာဏပါ။

၇.၉ နိဂုံး – အမှားတွေက ဖြစ်တတ်တယ်၊ ဒါပေမဲ့ ကာကွယ်လို့ရတယ်

သုတေသနဘဝတစ်လျှောက်လုံးနဲ့ သုတေသနကြီးကြပ်မှုအတွေ့အကြုံအရ၊ ကျွန်တော်ဟာ တခြားသူတွေရဲ့ရော ဝမ်းနည်းစွာပြောရရင် ကိုယ်တိုင်ရော ကျူးလွန်မိတဲ့ ပျက်ကွက်မှုနဲ့ ကျူးလွန်မှုအမှားတွေကို မရေမတွက်နိုင်အောင် ကြုံဖူးပါတယ်။

အမှားတွေ ဖြစ်တတ်တယ်၊ ဘယ်သူမှ ပြီးပြည့်စုံတယ်လို့ မဆိုနိုင်ဘူး။ ဒါပေမဲ့ ဒီအခြေခံလမ်းညွှန်ချက်တွေကို လိုက်နာခြင်းက ပြဿနာများစွာကို ရှောင်ရှားနိုင်ပြီး လေ့လာမှုတွေ ပြန်လုပ်ဖို့ လိုအပ်ခြင်းကနေ ကယ်တင်နိုင်ပါတယ်။ ဒီလမ်းညွှန်ချက်တွေရဲ့ အရေးပါမှုက အထက်ပါ ပုံပြင်တွေကနေ ချက်ချင်းသိသာသင့်ပါတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ကိရိယာတွေကို ပုံမှန်ချိန်ညှိပါ** – နေ့စဉ် သုညပြန်သတ်မှတ်ပြီး စံနှုန်းတွေနဲ့ ပုံမှန်စစ်ဆေးပါ။
- **စံနမူနာတွေ (Standards) အမြဲသုံးပါ** – ရလဒ်တွေကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ သိထားတဲ့စံနှုန်းတွေ ထည့်ပါ။
- **အစားထိုးပစ္စည်းတွေ ဆောင်ထားပါ** – အထူးသဖြင့် စံကိရိယာတွေအတွက်။
- **နှစ်ကြိမ်တိုင်းပြီး တစ်ကြိမ်ဖြတ်ပါ** – တိုင်းတာမှုတွေကို ပြန်စစ်ပါ။
- **ညွှန်ကြားချက်တွေ ရှင်းလင်းကြောင်း သေချာပါစေ** – ပြောတာနဲ့ ကြားတာ ကွာနိုင်တယ်။
- **ညွှန်ကြားချက်တွေကို ဖတ်ပါ** – အထူးသဖြင့် ပစ္စည်းကိရိယာ ဒါမှမဟုတ် ဆော့ဖ်ဝဲအသစ်တွေအတွက်။
- **လူနာကို ဆေးဝါးနဲ့ ဖြည့်စွက်စာအကြောင်း မေးပါ** – ဒါတွေက ရလဒ်တွေကို သက်ရောက်နိုင်တယ်။
- **ကွန်ပျူတာတွက်ချက်မှုတွေကို လက်နဲ့ပြန်စစ်ပါ** – ဒဿမအမှတ်နဲ့ ယူနစ်တွေကို သေချာစစ်ပါ။

အဓိကသတိရစရာ – အမှားတွေက သင်ယူစရာတွေပါ၊ ဒါပေမဲ့ အမှားတစ်ခုကို ထပ်ခါထပ်ခါ လုပ်တာက လက်ခံနိုင်စရာ မရှိပါဘူး။ ဒီစည်းမျဉ်းတွေကို လိုက်နာခြင်းက အချိန်၊ ငွေကြေး၊ နဲ့ စိတ်ပျက်စရာတွေကို သက်သာစေပါတယ်။

အခန်း (၈) – အစီရင်ခံစာများ၊ စာတမ်းများ၊ ကျမ်းစာတမ်းများနှင့် သိပ္ပံစာတမ်းများ

(Reports, Theses, Dissertations, and Scientific Papers)

လူအများစုဟာ သူတို့ရဲ့ ပညာရေး ဒါမှမဟုတ် သက်မွေးဝမ်းကျောင်းဘဝတစ်လျှောက်မှာ တစ်ချိန်ချိန်မှာ သူတို့ရဲ့အလုပ်ကို "ရေးသားတင်ပြ" ဖို့ လိုအပ်လာတတ်တယ် – R&D အစီရင်ခံစာဖြစ်ဖြစ်၊ သုတေသနစာတမ်းဖြစ်ဖြစ်၊ ဒါမှမဟုတ် စာတမ်း/ကျမ်းစာတမ်းဖြစ်ဖြစ်ပါ။

ကံမကောင်းစွာပဲ၊ ဆက်စပ်မှုရှိပြီး နားလည်နိုင်တဲ့ အစီရင်ခံစာ၊ သုတေသနစာတမ်း၊ စာတမ်း ဒါမှမဟုတ် ကျမ်းစာတမ်း (အားလုံးကို "အစီရင်ခံစာ" လို့ ရည်ညွှန်းမယ်) ကို ရေးသားခြင်းဟာ အလွန်စိန်ခေါ်မှုကြီးတစ်ခုပါ၊ အထူးသဖြင့် ငါတို့အများစုဟာ ဒီအလုပ်ကို ကျင့်သားမရကြသေးလို့ပါ။

ဒီအခန်းရဲ့ စိန်ခေါ်မှုက သင်ဟာ သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုအကြောင်း အစီရင်ခံစာရေးဖို့ပါ။ ဒါက ယေဘုယျအားဖြင့် ဓာတ်ခွဲခန်းမှာ လုပ်တဲ့အလုပ်ကို ဆိုလိုပေမဲ့ လက်တွေ့သုတေသန (ဆေး၊ သွားဘက်၊ သို့မဟုတ် တိရစ္ဆာန်ဆေးကုသရေး) နဲ့ စာကြည့်တိုက်အခြေပြု အလုပ်တွေဖြစ်တဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုတွေကိုလည်း လွှမ်းခြုံထားတယ်။

သုတေသနပရောဂျက်ကို လုပ်တဲ့သူဟာ သတ်မှတ်ထားတဲ့ ရည်ရွယ်ချက်တစ်ခုနဲ့ လုပ်တယ်ဆိုတဲ့ နောက်ထပ်သဘောတရားလည်း ရှိတယ် – ဥပမာ ဘွဲ့ရရန် လိုအပ်ချက်ကို ဖြည့်ဆည်းခြင်း၊ အတန်းတာဝန်၊ အဆင့်မြင့်ဘွဲ့၊ ဒါမှမဟုတ် ထုတ်ဝေဖို့ သိပ္ပံစာတမ်းတစ်ခုပါ။

ဘယ်လိုရေးရမလဲ ဒါမှမဟုတ် ဘယ်လိုပုံစံရေးရမလဲဆိုတာ ပြောပြဖို့က ခက်ခဲပေမဲ့ ဒီအလုပ်အတွက် သင့်တော်တဲ့ ချဉ်းကပ်မှုအကြောင်း လမ်းညွှန်ချက်တွေပေးဖို့နဲ့ အစီရင်ခံစာရေးသားခြင်းကို ရိုးရှင်းပြီး မြန်ဆန်အောင် လုပ်နည်းအကြံဉာဏ်တွေ ပေးဖို့ ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

ဒီမှာ ယူဆထားတာက – အလုပ်ပရိုဂရမ်က ပြီးစီးပြီ၊ အချက်အလက်တွေ စုဆောင်းပြီး စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေ လုပ်ပြီး သုတေသနတွေ့ရှိချက်တွေကနေ သင့်တော်တဲ့ ကောက်ချက်တွေ ဆွဲပြီးပြီ။ ဒီအချိန်မှာ **အခက်ခဲဆုံးအလုပ်** စတင်တော့မယ်။

၈.၁ အစီရင်ခံစာ၏ အကြောင်းအရာနှင့် အပြင်အဆင်

အစီရင်ခံစာအားလုံး – ရည်ရွယ်ချက် (အဆင့်မြင့်ဘွဲ့၊ ကုမ္ပဏီအတွင်းပိုင်း R&D အစီရင်ခံစာ၊ သို့မဟုတ် သိပ္ပံစာတမ်း) မခွဲခြားဘဲ – စံပြုထားတဲ့ ပုံစံတစ်ခုကို လိုက်နာရမယ်၊ အသေးစိတ်တွေမှာ ကွဲပြားမှုတွေ ရှိနိုင်ပေမဲ့။

အစီရင်ခံစာတွေကို အပိုင်းတွေအဖြစ် ခွဲခြားထားပြီး၊ အပိုင်းတစ်ခုစီမှာ သီးခြားရည်ရွယ်ချက်တစ်ခုရှိပြီး စာဖတ်သူကို ယုတ္တိဗေဒအရ နောက်အပိုင်းဆီ ပို့ဆောင်ဖို့ ဒီဇိုင်းဆွဲထားပါတယ်။

ဧယား ၈.၁ – အစီရင်ခံစာ၏ ယေဘုယျပုံစံ

အပိုင်း	အကြောင်းအရာ
Abstract (အနှစ်ချုပ်)	အစီရင်ခံစာ၏ ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်နဲ့ အကျဉ်းချုပ်
Introduction and Literature Review (နိဒါန်းနှင့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှု)	လေ့လာခဲ့တဲ့ ပြဿနာ၊ နယ်ပယ်အတွင်း အရင်အလုပ်တွေနဲ့ လေ့လာမှုရဲ့ အခြေခံ
Methods and Materials (နည်းလမ်းများနှင့် ပစ္စည်းများ)	အလုပ်ကို ဘယ်လိုလုပ်ခဲ့တယ်ဆိုတာ
Results (ရလဒ်များ)	ဘာတွေ့ရှိခဲ့တယ်ဆိုတာ
Discussion (ဆွေးနွေးချက်)	တွေ့ရှိချက်တွေရဲ့ အရေးပါမှု
Conclusions (နိဂုံးချုပ်)	တွေ့ရှိချက်တွေရဲ့ ဆက်စပ်မှုနဲ့ နောက်ထပ် ဘာတွေလုပ်သင့်လဲ

ဒီအပိုင်းတွေကို နောက်အခန်းတွေမှာ တစ်ခုချင်းစီ ဆွေးနွေးသွားမှာပါ။

၈.၂ အထွေထွေလမ်းညွှန်ချက်များ

(၁) စာမျက်နှာရေတွက်ခြင်း (Page Numbering)

- အစီရင်ခံစာရဲ့ စာမျက်နှာတိုင်းကို အစဉ်လိုက် ရေတွက်သင့်တယ်။
- တချို့တက္ကသိုလ်တွေက ရှေ့ဆောင်စာမျက်နှာတွေ (ခေါင်းစဉ်စာမျက်နှာ၊ စာရေးဆရာရဲ့ CV၊ အနှစ်ချုပ်၊ အကြောင်းအရာစာမျက်နှာ) အတွက် ရောမဂဏန်းတွေ (i, ii, iii, ...) သုံးဖို့ လိုအပ်ပြီး စာသားကိုယ်ထည်အတွက် အာရေဗျဂဏန်းတွေ (1, 2, 3, ...) သုံးဖို့ လိုအပ်တယ်။

(၂) အပိုင်းတစ်ခုစီအတွက် စာမျက်နှာအသစ်

- မဖြစ်မနေမဟုတ်ပေမဲ့ အပိုင်းတစ်ခုစီကို စာမျက်နှာအသစ်မှာ စတင်ခြင်းက ရှင်းလင်းမှုကို ကူညီပေးပြီး အပိုင်းတစ်ခုပြီးပြီး အသစ်တစ်ခုစတဲ့နေရာကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြတယ်။

(၃) စာကြောင်းအကွာအဝေး (Line Spacing)

- ဂျာနယ်တွေဆီ ဆောင်းပါးတင်သွင်းတဲ့အခါ စာသားကို နှစ်ထပ်အကွာ (double spaced) ထားသင့်တယ်၊ အစီရင်ခံစာအားလုံးကို ပိုဖတ်လို့ကောင်းအောင်လည်း လုပ်ပေးတယ်။

(၄) အနှစ်ချုပ် (Abstract)

- ဂျာနယ်ဆောင်းပါးတွေနဲ့ သိပ္ပံအစည်းအဝေးတွေအတွက် တင်သွင်းတဲ့ အနှစ်ချုပ်တွေမှာ သတ်မှတ်ထားတဲ့ စာလုံးရေကန့်သတ်ချက်တွေ ရှိတတ်တယ်။ Word ရဲ့ "Properties" အောက်က "Statistics" ကို သုံးပြီး စာလုံးရေကို စစ်ဆေးပါ။

(၅) စာသားညှိခြင်း (Justification)

- ဘယ်ညာညှိထားတဲ့ စာသား (justified text) က အသွင်အပြင်ကို ကောင်းစေပေမဲ့ တချို့ဂျာနယ်တွေနဲ့ တက္ကသိုလ်စည်းမျဉ်းတွေက ညှိမထားတာကို လိုအပ်နိုင်တယ်။

(၆) ဇယားများနှင့် ပုံများ နေရာချခြင်း

- ဂျာနယ်တွေဆီ တင်သွင်းတဲ့ ဆောင်းပါးတွေမှာ ဇယားတွေ၊ ပုံတွေနဲ့ ကိုးကားချက်တွေကို စာသားရဲ့အဆုံးမှာ ထားလေ့ရှိတယ်။
- ဇယားနဲ့ ပုံအနည်းငယ်ပဲရှိပြီး တစ်ကြိမ်ပဲ ရည်ညွှန်းရင် စာသားထဲမှာ ထားလို့ရတယ်။

- ဇယားနဲ့ ပုံများစွာရှိပြီး စာတမ်းရဲ့အပိုင်းအမျိုးမျိုးမှာ ရည်ညွှန်းရင် အပိုင်းတစ်ခုချင်းစီရဲ့အဆုံးမှာ စုစည်းထားတာ ပိုကောင်းတယ်။
- ပုံတွေအထူးသဖြင့် ရောင်စုံတွေဆိုရင် ဖိုင်အရွယ်အစားကြီးနိုင်ပြီး အီးမေးလ်ပို့ရခက်နိုင်တယ်။

(၇) စာလုံးပုံစံ (Font)

- ရွေးချယ်ထားတဲ့ စာလုံးပုံစံက စာသားရဲ့ဖတ်ရှုနိုင်မှုကို သိသိသာသာ သက်ရောက်နိုင်တယ်။
- သာမန်စာလုံးပုံစံတွေဖြစ်တဲ့ Arial၊ Times Roman၊ ဒါမှမဟုတ် Courier ကို သုံးတာ သင့်တော်တယ်။
- စာလုံးအရွယ်အစား (point size) ကိုလည်း သတိထားပါ – နေရာအကန့်အသတ်ရှိရင် စာလုံးပုံစံပြောင်းခြင်းက နေရာအသုံးချမှုကို အမြင့်ဆုံးဖြစ်စေနိုင်ပေမဲ့ စည်းမျဉ်းတွေကို စစ်ဆေးပါ။
- **သတိထားရန်** – စာသားရေးပြီးမှ စာလုံးပုံစံပြောင်းရင် စာမျက်နှာရေတွက်ပုံ ပြောင်းသွားနိုင်တယ်။
- **Bold** နဲ့ *italics* ကို အလွန်အကျွံမသုံးပါနဲ့။

(၈) စာလုံးပေါင်းသတ်ပုံ စစ်ဆေးခြင်း

- စာလုံးပေါင်းသတ်ပုံ အမှားတွေ မရှိအောင် စာလုံးပေါင်းစစ်ကိရိယာ (spell check) ကို အမြဲသုံးပါ။
- **ဒါပေမဲ့** – စာလုံးပေါင်းစစ်ကိရိယာက စာကြောင်းဖွဲ့ပုံ (syntax) ကို အားမကိုးသင့်ဘူး – ဘာသာစကားရဲ့နောက်ကွယ်က အဓိပ္ပါယ်ကို မသိနိုင်လို့ပါ။
- စာမူကို စခရင်ပေါ်မှာ ဖတ်ပြီး ပရင်တာထုတ်ပြီး ထပ်ဖတ်ပါ – စကားလုံးတွေက မှန်ကန်ပေမဲ့ အသုံးမှားနေတာတွေကို စစ်ကိရိယာက မကောက်နိုင်ဘူး။

ဥပမာ – "The boys rode their bikes along the road." ဆိုတဲ့ စာကြောင်းကို "The boys road there bikes along the rode." လို့ ရေးရင် စကားလုံးတွေက မှန်ကန်ပေမဲ့ အသုံးမှားနေတယ်။ စာလုံးပေါင်းစစ်ကိရိယာက ဒါကို မကောက်နိုင်ဘူး (ဒါမှမဟုတ် boy's လို့ အကြံပြုနိုင်ပေမဲ့ ပိုဆိုးသွားစေနိုင်တယ်)။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **အစီရင်ခံစာတိုင်းမှာ စံပုံစံတစ်ခုရှိတယ်** – Abstract၊ Introduction၊ Methods၊ Results၊ Discussion၊ Conclusions – ဒီအပိုင်းတွေကို ယုတ္တိဗေဒအရ ဆက်စပ်နေတယ်။
- **အစီရင်ခံစာရေးတာက ခက်ခဲတယ်** – ဒါပေမဲ့ လမ်းညွှန်ချက်တွေ လိုက်နာရင် ပိုလွယ်ကူလာမယ်။
- **အပြင်အဆင်က အရေးကြီးတယ်** – စာမျက်နှာရေတွက်ခြင်း၊ စာကြောင်းအကွာအဝေး၊ စာလုံးပုံစံ၊ ဇယားနဲ့ ပုံတွေနေရာချခြင်းက စာဖတ်သူအတွက် ရှင်းလင်းမှုကို သက်ရောက်တယ်။
- **စာလုံးပေါင်းစစ်ကိရိယာက အားကိုးစရာမကောင်းဘူး** – အဓိပ္ပါယ်အမှားတွေကို မကောက်နိုင်ဘူး။
- **စာမူကို အကြိမ်များစွာ ဖတ်ပါ** – စခရင်ပေါ်မှာ၊ ပရင်တာထုတ်ပြီး၊ ပြီးရင် ထပ်ဖတ်ပါ။

အဓိကသတိရစရာ – အစီရင်ခံစာရေးတာဟာ အခန်းတွေကို ဖြည့်ရုံမျှမဟုတ်ဘဲ **ဆက်စပ်မှုရှိတဲ့ ပညာရပ်ဆိုင်ရာ ငြင်းခုံချက်တစ်ခုကို တည်ဆောက်ခြင်း** ဖြစ်တယ်။ ပြင်ဆင်မှုကောင်းလေလေ၊ စာရေးရတာ လွယ်ကူလေလေပါ။

အခန်း (၉) – နိဒါန်းနှင့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှု (Introduction and Literature Review)

နိဒါန်းနှင့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုဟာ အစီရင်ခံစာရဲ့ ဆွေးနွေးချက် (Discussion) ပြီးရင် **ဒုတိယအရေးအကြီးဆုံး အပိုင်း** ဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအပိုင်းက ဘာသာရပ်ရဲ့ အတိုချုံးခြုံငုံသုံးသပ်ချက်ကို ပေးပြီး ဘာကြောင့် ဒီလေ့လာမှုကို လုပ်ခဲ့တာလဲဆိုတာ ညွှန်ပြရပါမယ်။

၉.၁ နိဒါန်းနှင့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ရေးသားခြင်း

စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုက နာမည်အတိုင်းပဲ၊ အစီရင်ခံစာရေးသူဟာ အရင်ထုတ်ဝေပြီးသားအလုပ်တွေ (စာပေ) ကို ဖတ်ရှုပြီး ဝေဖန်ဆန်းစစ်စွာ ဆွေးနွေးရပါမယ်။ ပြီးတော့ ဒီပြန်လှန်လေ့လာမှုမှာ သင့်တော်တဲ့ ကိုးကားချက်တွေ (references) ပါဝင်ရပါမယ်။

ဒီအပိုင်းရဲ့ရည်ရွယ်ချက် – စာဖတ်သူရဲ့အာရုံကို ကိုယ့်ရဲ့သီးခြားပြဿနာဆီ အာရုံစူးစိုက်စေဖို့ပါ။ ဒါကို **"လှိုင်းသီး (funnel) ချဉ်းကပ်နည်း"** လို့ ခေါ်တယ် – ဆိုလိုတာက ကျယ်ပြန့်တဲ့ ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်ကနေ စတင်ပြီး တဖြည်းဖြည်း ကျဉ်းမြောင်းလာတဲ့ အာရုံစူးစိုက်မှုနဲ့ ကိုယ့်ရဲ့ သီးခြားပြဿနာဆီ ရောက်သွားတာပါ။

အရေးကြီးဆုံး – စာသားကို ဘယ်လိုစီစဉ်ပြီး ရေးသားသလဲဆိုတာပါ။ စာပိုဒ်ရှည်တွေက စာဖတ်သူကို စိတ်ပျက်စေနိုင်တယ်။ (စာရေးဆရာက Material World ဂျာနယ်မှာ စာအုပ်ပြန်လှန်မှုတစ်ခုကို ကိုးကားပြီး စာပိုဒ်ရှည်တွေကို ဝေဖန်ထားတယ်။)

၉.၂ နိဒါန်းနှင့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့လိုအပ်ချက်များ

(၁) ဘာသာရပ်ကို မိတ်ဆက်ပါ

စိတ်ဝင်စားတဲ့ နယ်ပယ်ရဲ့ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်ကို အတိုချုံးရေးပါ။ သုတေသနအကြောင်းအရာက ဒီအစီအစဉ်ထဲ ဘယ်လိုအံဝင်ခွင်ကျဖြစ်တယ်ဆိုတာ ညွှန်ပြပါ။

ဆိုလိုတာက – "ငါ့ရဲ့အလုပ်က ဒီကြီးမားတဲ့ ပုံကြီးထဲ ဘယ်နေရာမှာလဲ" ဆိုတာကို စာဖတ်သူကို ပြောပါ။

(၂) ပြဿနာကို သတ်မှတ်ပါ

သုတေသနအလုပ်ရဲ့ ဆက်စပ်မှုနဲ့ ဘာကြောင့် ဒီလေ့လာမှုကို လုပ်တာလဲဆိုတာ ညွှန်ပြပါ။ ဒီနေရာမှာ အတိုချုံးပါ – သင်ဟာ နောက်လာမယ့် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုအတွက် "ဇာတ်ခုံပြင်ဆင်နေတာ" ပါ။

(၃) စာပေကို ဝေဖန်ဆန်းစစ်စွာ၊ ယုတ္တိဗေဒအရ၊ ဆက်စပ်မှုရှိရှိ ပြန်လှန်ပါ

အရင်ထုတ်ဝေပြီးသားအလုပ်တွေကို ဝေဖန်ဆန်းစစ်စွာ ဆွေးနွေးပါ။ ဒီပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ရရှိနိုင်တဲ့ သိပ္ပံဆိုင်ရာအချက်အလက်တွေရဲ့ အလင်းအောက်မှာ အစီရင်ခံစာထဲက သုတေသနအလုပ်ကို အကဲဖြတ်ဖို့ စာဖတ်သူကို ကူညီမယ့် နည်းလမ်းနဲ့ တင်ပြရမယ်။

(၄) စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ပါ

ရရှိနိုင်တဲ့ စာပေပမာဏ များလေလေ၊ ပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ဖို့ လိုအပ်လေလေပါ။

ထိရောက်တဲ့နည်းလမ်းတစ်ခု – "ခွဲပြီး အုပ်စိုးခြင်း (divide and rule)" စနစ်ပါ။

ဒီနည်းလမ်းမှာ –

- အကြောင်းအရာကို တတ်နိုင်သမျှ အပိုင်းခွဲများအဖြစ် ပိုင်းခြားပါ။
- ပြန်လှန်လေ့လာမှုက ယုတ္တိဗေဒအရ တိုးတက်သွားအောင် ဒီအပိုင်းခွဲတွေကို စီစဉ်ပါ။
- "လှိုင်းသီး" ချဉ်းကပ်နည်းကို သုံးပြီး သုတေသနပြဿနာကို အထွေထွေကနေ သီးခြားဆီ ဆက်စပ်ပါ။
- အပိုင်းခွဲတစ်ခုစီကို အတိုချုံးပြီး ဆွေးနွေးပါ။

ဒီအပိုင်းခွဲချဉ်းကပ်နည်းက ယုတ္တိဗေဒဆိုင်ရာ အပိုင်းခွဲတွေကို သေချာစဉ်းစားဖို့ လိုအပ်ပေမဲ့ ယေဘုယျအားဖြင့် ပိုရှင်းလင်းတဲ့ တင်ပြမှုကို ဖြစ်စေပါတယ်။

(၅) စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့အကြောင်းအရာ

စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့အကြောင်းအရာကို ဆုံးဖြတ်ခြင်းက မကြာခဏ ခက်ခဲပြီး သုတေသနပရောဂျက်တစ်ခုနဲ့တစ်ခု ကွဲပြားတယ်၊ သုတေသီရဲ့စိတ်ဝင်စားမှုနဲ့ ဘက်လိုက်မှုတွေပေါ်လည်း မူတည်တယ်။

အဖွင့်အနေနဲ့ –

- အကြောင်းအရာရဲ့အခြေခံမူတွေကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြဖို့ မကြာခဏ အသုံးဝင်တယ်။
- ရှုထောင့်အမျိုးမျိုး ရှိနေရင် ဒီနေရာမှာ တင်ပြသင့်တယ်။
- ပြီးရင် အခြေခံအကျဆုံး ဒါမှမဟုတ် အထွေထွေအချက်အလက်တွေကို သီးခြားအပိုင်းခွဲတစ်ခုမှာ အတိုချုံးဆွေးနွေးပါ။

ဥပမာ –

- လက်တွေ့ဘာသာရပ်ဆိုရင် – လူနာရဲ့ယေဘုယျ သို့မဟုတ် ပါးစပ်ကျန်းမာရေး၊ အစားအသောက်၊ မျိုးရိုးဗီဇ၊ လူမှုစီးပွားအခြေအနေတွေကို ဖော်ပြပါ။
- ဇီဝပစ္စည်းသိပ္ပံပရောဂျက်ဆိုရင် – အခြေခံပစ္စည်းတွေအကြောင်း စာပေကို ပြန်လှန်ပါ။
- ဒီအချက်ကနေ သီးခြားအခြေအနေတစ်ခုရဲ့လက်တွေ့လေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေ ဒါမှမဟုတ် ကုသမှုတွေ ဒါမှမဟုတ် ပစ္စည်းတစ်ခု ဒါမှမဟုတ် ပစ္စည်းအတန်းအစားတစ်ခုအကြောင်း ရရှိနိုင်တဲ့အချက်အလက်တွေကို ပြန်လှန်ပါ။

ရှောင်ရမယ့်အချက် – ကိုးကားထားတဲ့ စာပေတွေကနေ စာကြောင်းတွေကို ကိုးကားခြင်းကို ရှောင်ပါ။ ထည့်ဖို့လိုရင် ကိုးကားအမှတ်အသား (quotation marks) ဒါမှမဟုတ် italics သုံးပြီး အနားသတ်ထည့်ခြင်းက စာသားကိုယ်ထည်ရဲ့အစိတ်အပိုင်းမဟုတ်ကြောင်း ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြပါ။

(၆) စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့အရှည်

- **ကုမ္ပဏီအတွင်းပိုင်းအစီရင်ခံစာ** – မန်နေဂျာတွေက စာပေပြန်လှန်မှုကို ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် လုပ်တာကို မကြိုက်တတ်ဘူး။
- **သိပ္ပံဂျာနယ်** – ပုံမှန်အားဖြင့် နိဒါန်းနဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို စာလုံး ၂,၀၀၀–၃,၀၀၀ ကန့်သတ်လေ့ရှိတယ်။
- **စာတမ်း/ကျမ်းစာတမ်း** – ကန့်သတ်ချက် နည်းပေမဲ့ တချို့တက္ကသိုလ်တွေက စာမျက်နှာအကန့်အသတ် ချမှတ်တယ်။

ဒါကြောင့် – ရည်ရွယ်ထားတဲ့ ရည်ရွယ်ချက် ဘာပဲဖြစ်ဖြစ် **အတိုချုံးခြင်း** က ချီးမွမ်းဖွယ်ပါ။

၉.၃ စာပေကို ဘယ်လိုရှာဖွေမလဲ

စာပေကို ပြန်လှန်ဖို့ဆိုတာ ရှာဖွေဖို့ လိုတယ် – ဆိုလိုတာက ဘယ်ကိုးကားချက်တွေကို စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုထဲ ထည့်ရမလဲ၊ ဘယ်လိုရယူမလဲ။

ဒီခေတ်မှာ အင်တာနက်နဲ့ ကွန်ပျူတာမောင်းနှင်တဲ့ ကမ္ဘာကြီးမှာ အရင်တုန်းက သိပ္ပံဂျာနယ်တွေကို လက်နဲ့ရှာရတာထက် အများကြီး ပိုလွယ်ကူပြီး အဆင်ပြေလာပါပြီ။ ဒါပေမဲ့ ဒီအလုပ်ကို တွေးခေါ်မှုတော့ လိုအပ်နေဆဲပါ။

(၁) နယ်ပယ်အတွင်း မကြာသေးမီက စာတမ်းတွေကို ကြည့်ပါ

- မကြာသေးမီက စာတမ်းတွေကို ကြည့်ပြီး ကိုးကားချက်တွေကို စစ်ဆေးပါ။
- စာတမ်းများစွာက တူညီတဲ့ စာတမ်းတွေကို ကိုးကားရင် ဒါတွေက "မဖတ်မဖြစ်" စာတမ်းတွေပါ။
- လွန်ခဲ့တဲ့ ၂-၃ နှစ်အတွင်းက ထုတ်ဝေထားတဲ့ စာပေကို ကြည့်ခြင်းက –
    - ကိုယ့်နယ်ပယ်မှာ ဘယ်သုတေသနတွေ လုပ်နေတယ်ဆိုတာ ခံစားသိစေတယ်။
    - ဒီနယ်ပယ်မှာ ဘယ်သူတွေ အလုပ်လုပ်နေတယ်ဆိုတာ ညွှန်ပြတယ်။

- ကိုယ်လုပ်နေတာနဲ့ ဆက်စပ် ဒါမှမဟုတ် သက်ဆိုင်တဲ့ တခြားနယ်ပယ်တွေကို ဖော်ထုတ်ကူညီတယ်။

(၂) သိပ္ပံအစည်းအဝေးတွေက အနှစ်ချုပ်တွေနဲ့ တင်ဆက်မှုတွေ

- နိုင်ငံတကာနဲ့ နိုင်ငံလုံးဆိုင်ရာ အစည်းအဝေးတွေက နယ်ပယ်တစ်ခုအတွင်းက နောက်ဆုံးသုတေသနတွေအတွက် ပြပွဲခန်းတစ်ခုပါ။
- ဥပမာ – IADR (International Association for Dental Research) က နှစ်စဉ် တင်ဆက်မှု ၃,၅၀၀ ကျော် ရှိတယ်။
- ဒီစုစည်းမှုတွေက သုတေသနစိတ်ဝင်စားမှုနယ်ပယ်တွေနဲ့ နယ်ပယ်အတွင်းက တက်ကြွတဲ့ သုတေသီတွေကို ဖော်ထုတ်ဖို့ အကောင်းဆုံး အရင်းအမြစ်တွေပါ။

(၃) စုစည်းထားတဲ့ အနှစ်ချုပ်တွေ (Collected Abstracts)

- Index Medicus၊ Dental Abstracts၊ Oral Research Abstracts၊ Chemical Abstracts၊ Index to Dental Literature၊ MEDLINE နဲ့ Citation Indexes အမျိုးမျိုးကို အွန်လိုင်းမှာ ဝင်ရောက်ကြည့်ရှုနိုင်တယ်။

သတိပေးချက် – အနှစ်ချုပ်တွေကို အားကိုးပြီး စာတမ်းတစ်ခုလုံးကို မဖတ်ဘဲနေခြင်းက အန္တရာယ်များတယ်။

- အနှစ်ချုပ်တွေက အတိုချုံးဖြစ်လို့ အကုန်အစုံ မပါဝင်နိုင်ဘူး။
- အနှစ်ချုပ်က လွဲမှားနိုင်တယ် ဒါမှမဟုတ် မှားယွင်းနေတတ်တယ်။
- အနှစ်ချုပ်တစ်ခုတည်းကို အားကိုးတာက အချိန်ကုန်သက်သာသလိုထင်ရပေမဲ့ အသုံးဝင်တဲ့ အချက်အလက်တွေကို လွဲချော်စေနိုင်တယ်။

(၄) Keyword-based ကွန်ပျူတာရှာဖွေမှု

အင်တာနက်က စာပေရှာဖွေဖို့ အကောင်းဆုံးနေရာတစ်ခုပါ။ ဒါပေမဲ့ တွေးခေါ်မှု လိုအပ်တယ်။

အဆင့်များ –

၁။ အဓိကစာလုံးတွေ (keywords) စာရင်းကို ပြုစုပါ ဒါမှမဟုတ် စာပေကနေ ဖော်ထုတ်ထားတဲ့ စာရေးဆရာတစ်ယောက် ဒါမှမဟုတ် အများအပြားအတွက် ကိုးကားချက်တွေကို ရှာပါ။

၂။ စာကြည့်တိုက်မှူး ဒါမှမဟုတ် IT ကျွမ်းကျင်သူနဲ့ တိုင်ပင်ပြီး သင့်တော်တဲ့ ဒေတာဘေ့စ်ကို ဝင်ရောက်ပြီး ရှာဖွေမှုစတင်ပါ။

ဥပမာ – အရိုးခွဲစိတ်ဆရာဝန်တစ်ယောက်က တင်ပါးဆုံရိုးအဆစ်တပ်ဆင်မှုအတွက် အရိုးဘိလပ်မြေအသစ်ကို အကဲဖြတ်ချင်တယ်ဆိုပါစို့။

မှားတဲ့နည်း – "bone, hip, cement, joint" လို့ ရိုက်ရင် သန်းချီတဲ့ ရလဒ်တွေ ထွက်လာမယ် – အများစုက အသုံးမဝင်ဘူး။

မှန်တဲ့နည်း –

- "orthopedics" → ၃,၉၀၀,၀၀၀ ရလဒ်
- "orthopedics and bone cement" → ၂၁၉,၀၀၀ ရလဒ်
- "orthopedic bone cement strength" → ၈၆,၉၀၀ ရလဒ်
- "human hip joints," "orthopedic hip joint replacement" လိုမျိုး ပိုတိကျတဲ့ စာလုံးတွေ ထပ်ထည့်ခြင်းက ရလဒ်အရေအတွက်ကို ပိုလျှော့ချပေးတယ်။

အကြံပြုချက် – စာကြည့်တိုက်မှူး ဒါမှမဟုတ် IT ကျွမ်းကျင်သူနဲ့ တိုင်ပင်ပါ – သူတို့က ကူညီဖို့ ပျော်ရွှင်ကြတယ်။

(၅) အင်တာနက်ကို ကိုးကားခြင်း

အင်တာနက်က သတင်းအချက်အလက်တွေကို စာတမ်းမှာ ကိုးကားလို့ရတယ် – ဥပမာ –

National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement (1983). Dental Sealants in the Prevention of Tooth Decay. NIH Consensus Statement Online

1983 Dec 5-7;4(11):1-18. Available at: "http://text.nlm.nih.gov/nih/cdc/www/40txt.html." Accessed April 1, 2000.

သတိပေးချက် –

- ကွန်ပျူတာရှာဖွေမှုက အကုန်အစုံ အပြီးအပြတ်လို့ မယူဆသင့်ဘူး။
- သိပ္ပံစာတမ်းတိုင်း ဒေတာဘေ့စ်ထဲ မရောက်ဘူး။
- ညံ့ဖျင်းတဲ့ keyword ရွေးချယ်မှုက စာတမ်းကို ချန်လှပ်သွားစေနိုင်တယ်။
- ရှာဖွေမှုတစ်ခုစီမှာ မတူညီတဲ့ ရလဒ်တွေ ထွက်နိုင်တယ်။

အသုံးဝင်တဲ့အင်္ဂါရုပ် – "related articles" အင်္ဂါရုပ်က ကိုယ့်အကြောင်းအရာနဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ မမျှော်လင့်ထားတဲ့ အချက်အလက်တွေ ပေးနိုင်တယ်။

၉.၄ ကိုးကားချက်များ (References)

(က) အောက်ခြေမှတ်စု (Footnotes) လား၊ အဆုံးမှတ်စု (Endnotes) လား

- သိပ္ပံဂျာနယ်နဲ့ အစီရင်ခံစာအများစုက အဆုံးမှတ်စု (endnotes) ကို သုံးတယ်။
- ဒါက စာဖတ်သူအတွက် စာသားနဲ့ ကိုးကားချက်စာရင်းကြား ကူးပြောင်းဖို့ ပိုလွယ်ကူတယ်။
- Word မှာ endnote အင်္ဂါရုပ် ပါတယ်။

(ခ) ကိုးကားချက်တွေကို ဘယ်လိုခေါ်ယူမလဲ

- ကုမ္ပဏီအတွင်းပိုင်းအစီရင်ခံစာ ဒါမှမဟုတ် စာတမ်းအတွက် ကိုယ်ပိုင်ရွေးချယ်ခွင့်ရှိနိုင်ပေမဲ့၊
- ဂျာနယ်တွေနဲ့ ဘွဲ့လွန်ကျောင်းတွေက သတ်မှတ်ထားတဲ့ စည်းမျဉ်းတွေ ရှိတယ်။
- စာမူမတင်သွင်းခင် (နှစ်သက်ရင် မရေးခင်) ဂျာနယ်ရဲ့ စာရေးဆရာညွှန်ကြားချက်တွေကို စစ်ဆေးပါ။

(ဂ) စာရေးဆရာအမည်နဲ့ ထုတ်ဝေနှစ်လား၊ နံပါတ်နဲ့လား

စာရေးဆရာအမည်နဲ့ ထုတ်ဝေနှစ် –

- အားသာချက် – ကိုးကားချက်ပြောင်းခြင်း ဒါမှမဟုတ် ထပ်ထည့်ခြင်းက လွယ်ကူတယ်။
- အားနည်းချက် – စာသားထဲမှာ စာရေးဆရာအမည်တွေ အများကြီးပါရင် ဖတ်ရခက်တယ်။

နံပါတ်နဲ့ –

- အားသာချက် – စာသားက ပိုဖတ်လို့ကောင်းတယ်။
- အားနည်းချက် – နံပါတ်တွေကို သေချာဂရုစိုက်ဖို့ လိုတယ်။ ကိုးကားချက်တစ်ခုကို နေရာအမျိုးမျိုးမှာ ကိုးကားရင် နံပါတ်အသစ် မပေးသင့်ဘူး – မူရင်းနံပါတ်ကိုပဲ သုံးပါ။

စာရေးဆရာရဲ့ကိုယ်ပိုင်နည်းလမ်း –

- ဖတ်ပြီးတာနဲ့ အတိုချုပ်တွေ (၂-၃ စာကြောင်း) ရေးပါ။
- စာရေးဆရာအမည်၊ ဂျာနယ်အမည်၊ ထုတ်ဝေမှုအသေးစိတ်တွေကို မှတ်သားပါ။
- အတိုချုပ်တွေကို နံပါတ်စဉ်တပ်ပြီး သီးခြားဖိုင်တစ်ခုမှာ ထားပါ။
- အကုန်ပြီးရင် ဖြတ်ကူးပြီး စီစဉ်ပါ။
- အပိုင်းတစ်ခုစီရဲ့အဆုံးမှာ အတိုချုပ်တစ်ခု ရေးပါ။
- ဒါဆိုရင် စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရေးတာက မှတ်စုတွေကို သေသပ်အောင်လုပ်ပြီး ယုတ္တိဗေဒအရ စီစဉ်ရုံပါပဲ။

၉.၅ အကျဉ်းချုပ်နှင့် အလုပ်အစီအစဉ် (Summary and Program of Work)

နိဒါန်းနဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို အောက်ပါတို့နဲ့ အဆုံးသတ်သင့်တယ် –

- ကိုယ်စူးစမ်းခဲ့တဲ့ ပြဿနာရဲ့အတိုချုံးဖော်ပြချက်
- ဘာကြောင့် ဒီလေ့လာမှုကို လုပ်ခဲ့တာလဲ
- ဘယ်လိုချဉ်းကပ်မှုကို သုံးခဲ့တာလဲ

စာတမ်း/ကျမ်းစာတမ်းအတွက် –

- စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ၁-၂ စာမျက်နှာ အကျဉ်းချုပ်နဲ့ ဆက်လုပ်ပါ။
- ဒီအကျဉ်းချုပ်က ဘာသာရပ်အပေါ် အရေးအကြီးဆုံးသော ကဏ္ဍတွေကို အာရုံစိုက်သင့်တယ်။
- ဒါကို ပြဿနာကြေညာချက် (statement of the problem) နဲ့ ဆက်လုပ်ပါ – ဆိုလိုတာက စာပေထဲက ရရှိနိုင်တဲ့အချက်အလက်တွေကို အခြေခံပြီး ဘာလုပ်ချင်လဲ၊ ဘာကြောင့်လုပ်တာလဲဆိုတဲ့ ကြေညာချက်ပါ။
- သင့်တော်ရင် သိပ္ပံဆိုင်ရာ ယူဆချက်တွေကို ဒီနေရာမှာ ဖော်ပြပါ။
- နောက်ဆုံး **အလုပ်အစီအစဉ် (proposed program of work)** – ကိုယ့်ရဲ့ရည်ရွယ်ထားတဲ့ သုတေသနပရောဂျက်ရဲ့အတိုချုံး မျဉ်းကြမ်းပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **နိဒါန်းနဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုက ဒုတိယအရေးအကြီးဆုံး** – ဆွေးနွေးချက်ပြီးရင်။
- **"လှိုင်းသီး (funnel) ချဉ်းကပ်နည်း"** – ကျယ်ပြန့်ကနေ သီးခြားဆီ အာရုံစူးစိုက်မှုကို တဖြည်းဖြည်းကျဉ်းမြောင်းလာစေတယ်။
- **စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့ရည်ရွယ်ချက်** – ပြဿနာကို သတ်မှတ်၊ ကွက်လပ်ကို ဖော်ထုတ်၊ ကိုယ့်လေ့လာမှုရဲ့နေရာကို ပြတယ်။
- **စာပေကို ရှာဖွေနည်း** – မကြာသေးမီက စာတမ်းတွေ၊ အနှစ်ချုပ်တွေ၊ ကွန်ပျူတာရှာဖွေမှု၊ စာကြည့်တိုက်မှူးတွေရဲ့အကူအညီ။
- **ကိုးကားချက်ပုံစံ** – ဂျာနယ်ရဲ့လိုအပ်ချက်ကို လိုက်နာပါ – စာရေးဆရာအမည်/နှစ် ဒါမှမဟုတ် နံပါတ်။
- **အနှစ်ချုပ်နဲ့ အလုပ်အစီအစဉ်** – ပြဿနာကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်းဖော်ပြပြီး ဘာလုပ်မယ်ဆိုတာ အတိုချုံးဖော်ပြပါ။

အခန်း (၁၀) – နည်းလမ်းများနှင့် ပစ္စည်းများ (Methods and Materials / Experimental)

ဒီအပိုင်းမှာ သုတေသနမှာ သုံးခဲ့တဲ့ စမ်းသပ်နည်းလမ်းတွေနဲ့ ပစ္စည်းတွေ (ဓာတုပစ္စည်း၊ သတ္တုပစ္စည်း၊ လူသား၊ သို့မဟုတ် တိရစ္ဆာန်) ကို တင်ပြရပါမယ်။

အဓိကကျတဲ့ အချက်နှစ်ချက် – အတိုချုံးခြင်းနဲ့ ရှင်းလင်းခြင်း ပါ။

၁၀.၁ ကိရိယာများကို ဖော်ပြခြင်း

ကိရိယာတစ်ခုကို သုံးခဲ့ရင် –

- ဘာကိရိယာလဲ (ဥပမာ – Model 8937 gas chromatograph)
- မော်ဒယ်နံပါတ်
- ထုတ်လုပ်သူနဲ့ လိပ်စာ (ကွင်းစကွက်ပိတ်)

ဥပမာ – "A Model 8937 gas chromatograph (Allied Analytical Instruments, Bethesda, MD) was used..."

မလိုအပ်တဲ့အချက်တွေ – ထောက်ပံ့သူအမည်၊ ကုန်ကျစရိတ်၊ ထုတ်လုပ်သည့်နှစ် စတာတွေက လေ့လာမှုနဲ့ တိုက်ရိုက်မသက်ဆိုင်ရင် ထည့်စရာမလိုပါဘူး။

ပုံတစ်ပုံက စကားလုံးတစ်ထောင်လောက် တန်တယ် – ရှင်းရှင်းလင်းလင်း အညွှန်းတပ်ထားတဲ့ ပုံဆွဲချက်က စကားလုံးနှစ်ထောင်လောက် တန်ပါတယ်။

၁၀.၂ စမ်းသပ်နည်းလမ်းကို ဘယ်အချိန်မှာ ဖော်ပြရမလဲ

အောက်ပါကိစ္စတွေမှာ စမ်းသပ်နည်းလမ်းကို ဖော်ပြသင့်ပါတယ် –

- ပြီးပြည့်စုံစွာ စံသတ်မှတ်ထားပြီး ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် အသိအမှတ်ပြုထားတဲ့ လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတွေ ဒါမှမဟုတ် ကိရိယာ/ထုတ်ကုန်ထုတ်လုပ်သူရဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေကို လိုက်နာတဲ့အခါ **မဟုတ်ရင်** နည်းလမ်းကို ဖော်ပြရပါမယ်။

ဒီအသေးစိတ်တွေက အောက်ပါအတွက် လိုအပ်ပါတယ် –

(က) ကိုယ့်ရဲ့ စမ်းသပ်မှုအလုပ်က ဘာတွေပါဝင်တယ်ဆိုတာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြဖို့
(ခ) ကိုယ့်တွေ့ရှိချက်တွေနဲ့ တခြားသူတွေရဲ့တွေ့ရှိချက်တွေကြား ကွာခြားချက်တွေကို ရှင်းပြဖို့
(ဂ) လိုအပ်ရင် တခြားသူတွေ လေ့လာမှုကို ပြန်လုပ်နိုင်ဖို့

၁၀.၃ တိုင်းတာမှု၏ တိကျမှန်ကန်မှု (Precision or Accuracy)

တိုင်းတာမှုရဲ့တိကျမှန်ကန်မှုကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြရပါမယ် –

ဥပမာ – "Dimensions were measured with XYZ micrometer to ±0.01 mm and specimen weights were determined to ±0.0001 g using an ABCD balance."

၁၀.၄ ပစ္စည်းများ သို့မဟုတ် လူနာ/တိရစ္ဆာန်များအကြောင်း အချက်အလက်

သုတေသနအလုပ်မှာ သုံးတဲ့ ပစ္စည်းတွေ ဒါမှမဟုတ် လူနာ/တိရစ္ဆာန်တွေအကြောင်း သင့်တော်တဲ့ အချက်အလက်တွေကို ပေးရပါမယ်။

(၁) လူသားလူနာများအတွက်

- လိင်
- ယေဘုယျ နှင့်/သို့မဟုတ် ပါးစပ်ကျန်းမာရေး
- မိသားစုရာဇဝင်
- အသက် (သင့်တော်ရင် လူမျိုး)
- အခြားသက်ဆိုင်ရာ အချက်အလက်များ

(၂) တိရစ္ဆာန်များအတွက်

- လိင်

- ရုပ်ပိုင်းအခြေအနေ
- ရာဇဝင်
- အသက်
- နေထိုင်မှုအခြေအနေ

(၃) ပစ္စည်းများအတွက်

- ပါဝင်ပစ္စည်း (composition)
- ထုတ်လုပ်သူ
- ဘတ်ချ်နံပါတ် (batch number)
- ထုတ်လုပ်သည့်ရက်စွဲ
- သန့်စင်မှု (purity)
- ကြိုတင်ပြုပြင်မှုများ (pretreatments)

၁၀.၅ ဇယားများကို အသုံးပြုခြင်း

စမ်းသပ်ပစ္စည်းမျိုးစုံကို စမ်းသပ်တဲ့အခါ ဇယားတစ်ခုပေးခြင်းက အသုံးဝင်ပါတယ်။

ဇယားမှာ ဖော်ပြသင့်တာတွေ –

- ကုန်သွယ်အမည် (trade name)
- ယေဘုယျအမည် (generic name)
- ပစ္စည်းအမျိုးအစား
- ထုတ်လုပ်သူနဲ့ တည်နေရာ
- ဘတ်ချ်နံပါတ်

- ထုတ်လုပ်သည့်ရက်စွဲ

ဒီလိုလုပ်ခြင်းက စာသားရေးတာကို ရိုးရှင်းစေတယ် – "The materials used in the study are summarized in Table xxxx." လို့ ပြောရုံပါပဲ။

အလားတူပဲ စမ်းသပ်မှု ဒါမှမဟုတ် စမ်းသပ်အစီအစဉ်တွေကိုလည်း ဇယားတစ်ခုမှာ အကျဉ်းချုံးနိုင်တယ်။

၁၀.၆ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုနည်းလမ်းများ

နောက်ဆုံးအနေနဲ့ သုံးထားတဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုနည်းလမ်းတွေနဲ့ ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားတဲ့ **သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် (significance level)** ကို ဖော်ပြရပါမယ်။

Parametric Data (ဂဏန်းအခြေပြုဒေတာ)

ပုံမှန်အားဖြင့် –

- **One-way သို့မဟုတ် two-way ANOVA** (analysis of variance) – ဒေတာတွေကြား ကွာခြားချက်ရှိမရှိ ဆုံးဖြတ်ဖို့
- ပြီးရင် **Scheffe သို့မဟုတ် Tukey HSD** လိုမျိုး **multiple comparison test** – သတ်မှတ်ထားတဲ့ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် (ဥပမာ α = 0.05, 0.01, သို့မဟုတ် 0.001) မှာ ကွာခြားချက်တွေ ဘယ်မှာရှိလဲ ဆုံးဖြတ်ဖို့

Nonparametric Data (နှိုင်းယှဉ်ဒေတာ)

အလားတူ ချဉ်းကပ်နည်းကို သုံးသင့်ပါတယ်။

အရေးကြီးတဲ့မှတ်ချက် – စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကို Part II (စာရင်းအင်းအပိုင်း) မှာ အသေးစိတ် ဆွေးနွေးထားပါတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **အတိုချုံးပြီး ရှင်းလင်းပါ** – မလိုအပ်တဲ့အသေးစိတ်တွေ မထည့်ပါနဲ့။
- **ကိရိယာတွေကို သတ်မှတ်ပါ** – မော်ဒယ်နဲ့ ထုတ်လုပ်သူကို ဖော်ပြပါ။
- **တိုင်းတာမှုတိကျမှုကို ဖော်ပြပါ** – တိုင်းတာတဲ့ တိကျမှန်ကန်မှုကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ပြောပါ။
- **ပစ္စည်းတွေအကြောင်း အသေးစိတ်ပေးပါ** – လူနာ၊ တိရစ္ဆာန်၊ ဒါမှမဟုတ် ဓာတုပစ္စည်းတွေအတွက် သင့်တော်တဲ့ အချက်အလက်တွေ။
- **ဇယားတွေကို ထိရောက်စွာသုံးပါ** – ပစ္စည်းတွေနဲ့ စမ်းသပ်မှုအစီအစဉ်တွေကို အကျဉ်းချုပ်ဖို့။
- **စာရင်းအင်းနည်းလမ်းကို ဖော်ပြပါ** – ANOVA၊ multiple comparison tests၊ နဲ့ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်။

အဓိကသတိရစရာ – ဒီအပိုင်းက **ဘယ်လိုလုပ်ခဲ့လဲ** ဆိုတာကို ပြောပြဖို့ပါ။ **"ဘာတွေ့ခဲ့လဲ"** ဆိုတာက နောက်အခန်း (Results) မှာ ပြောရမှာပါ။

အခန်း (၁၁) – ရလဒ်များ (Results)

ဒီအပိုင်းမှာ သုတေသနလေ့လာမှုရဲ့ တွေ့ရှိချက်များ သို့မဟုတ် ရလဒ်များကို တင်ပြရမှာဖြစ်ပြီး၊ **ဒီအဆင့်မှာ ရလဒ်တွေကိုသာ တင်ပြရမယ်**၊ အနက်ဖွင့်ဆိုခြင်း သို့မဟုတ် ဆွေးနွေးခြင်း မလုပ်ရသေးပါဘူး။

အဓိကစည်းမျဉ်း – ရလဒ်အပိုင်းမှာ တွေ့ရှိချက်တွေကိုသာ တင်ပြပါ။ ဒီရလဒ်တွေက ဘာကိုဆိုလိုသလဲဆိုတာကို နောက်အခန်း (Discussion) မှာ ဆွေးနွေးရမှာပါ။

၁၁.၁ ရလဒ်များကို တင်ပြခြင်း

- **ယုတ္တိဗေဒအရ တင်ပြပါ** – ရှုထောင့်စုံစုံပါတဲ့ ပရောဂျက်တစ်ခုရဲ့ ရလဒ်တွေကို သီးခြားအပိုင်းခွဲတွေအဖြစ် တင်ပြခြင်းက ပိုကောင်းပါတယ်။
- **ဇယားနဲ့ ဂရပ်ပုံစံ** – တတ်နိုင်သမျှ ဇယားနဲ့ ဂရပ်ပုံစံနဲ့ တင်ပြပါ။ ဒါပေမဲ့ စာသားထဲမှာလည်း ဒေတာတွေကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြသင့်ပါတယ်။

၁၁.၂ ဇယားများတွင် ဒေတာတင်ပြခြင်း

ဇယားထဲမှာ ဒေတာတွေကို အောက်ပါအတိုင်း တင်ပြသင့်ပါတယ် –

- **Mean value (ပျမ်းမျှတန်ဖိုး)** – ဥပမာ 15.5
- **Standard deviation (စံသွေဖည်မှု)** – ဥပမာ ± 2.31
- **Coefficient of variation (ကိန်းဂဏန်းကွဲပြားမှုနှုန်း)** – ရာခိုင်နှုန်းအားဖြင့် ကွင်းစကွက်ပိတ်ထဲမှာ ထည့်ပါ

ဥပမာ –

	Method A	Method B
Sample 1	15.5 ± 2.31* (14.9%)	14.9 ± 1.9 (12.8%)
Sample 2	17.3 ± 3.1 (17.9%)	15.6 ± 4.7 (30.1%)

*Mean value ± standard deviation (coefficient of variation, %)

၁၁.၃ ဂဏန်းသင်္ချာဆိုင်ရာ တိကျမှု (Significant Figures) ကို သတိထားပါ

အရေးကြီးဆုံးအချက်တစ်ခု – ဒေတာတွေကို တိုင်းတာတဲ့ တိကျမှုထက် ပိုပြီး ဒဿမနေရာတွေ မဖော်ပြပါနဲ့။

ဥပမာ – တိုင်းတာမှုက ±0.1 mm တိကျမှုရှိရင် ရလဒ်တွေကို 0.00001 mm အထိ ဖော်ပြတာက ယုတ္တိမရှိဘူး။

ကွန်ပျူတာစာရင်းဇယားတွေက တွက်ချက်မှုတွေကို ဒဿမ ၅-၆ နေရာအထိ ပြတတ်တယ် – ဒါပေမဲ့ တိုင်းတာမှုရဲ့ တိကျမှုထက် ပိုပြီး မဖော်ပြသင့်ဘူး။

၁၁.၄ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကို တင်ပြခြင်း

စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေကို ဒီအပိုင်းမှာ တင်ပြသင့်ပါတယ်။

ဥပမာ – သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်တွေကို ဇယားအောက်မှာ ဖော်ပြနိုင်တယ် –

	Sample A	Sample B	Sample C
Sample A	—	ns	ns
Sample B	Ns	—	s
Sample C	Ns	s	—

ns = non-significant (P > 0.05), s = significant (P < 0.05)

၁၁.၅ သီးခြားလေ့လာမှုများအတွက် အပိုင်းခွဲများ

သုတေသနမှာ သီးခြားလေ့လာမှုတွေ အများအပြား ပါဝင်ရင်၊ အထူးသဖြင့် ဒီလေ့လာမှုတွေ သီးခြားဖြစ်နေရင် –

- လေ့လာမှုတစ်ခုစီရဲ့ ရလဒ်တွေကို အပိုင်းခွဲတစ်ခုစီမှာ ထားပါ။
- ဒါက ရှင်းလင်းမှုကို ကူညီပေးပြီး ဆွေးနွေးချက်အပိုင်းမှာ လေ့လာမှုတစ်ခုစီကို သီးခြားဆွေးနွေးနိုင်စေတယ်။
- နောက်ဆုံးမှာ ဒေတာအားလုံးကို ပေါင်းစပ်ပြီး ဆွေးနွေးချက်ရဲ့ နိဂုံးပိုင်းမှာ စုစည်းနိုင်တယ်။

၁၁.၆ ဒေတာတင်ပြခြင်း – ဇယားနှင့် ဂရပ်

ဇယားရော ဂရပ်ပါ တင်ပြခြင်းက စာတမ်းနဲ့ R&D အစီရင်ခံစာတွေအတွက် ယေဘုယျအားဖြင့် လက်ခံနိုင်ပေမဲ့ ဂျာနယ်တွေမှာ နေရာအကန့်အသတ်ကြောင့် လက်မခံနိုင်ပါဘူး။

ဂရပ်ပုံစံတင်ပြခြင်းရဲ့ အားသာချက် – ဒေတာတွေရဲ့ တူညီမှုနဲ့ ကွာခြားမှုတွေကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ပြနိုင်တယ်။

ဥပမာ – ဇယားဒေတာကို ဂရပ်အဖြစ် ပြောင်းလဲခြင်း

ဇယား ၁၁.၁ – Method A နဲ့ Method B အတွက် ခိုင်ခံမှုဒေတာ (MPa)

	Method A	Method B
Series 1	15.5 ± 1.4	18.5 ± 3.5
Series 2	14.7 ± 1.5	19.3 ± 4.7

ဒီဒေတာကို ဂရပ်အဖြစ် ဆွဲကြည့်ရင် –

- Method A နဲ့ Method B ကြား ကွာခြားချက်ရှိနိုင်တယ်။
- Method B မှာ ဒေတာတွေရဲ့ ကွဲပြားမှု (tie bars ကပြတဲ့) က Method A ထက် ပိုများတယ်။

Coefficient of variation ကို တွက်ကြည့်ရင် –

	Method A	Method B
Series 1	15.5 ± 1.4 (9.03%)	18.5 ± 3.5 (18.92%)
Series 2	14.7 ± 1.5 (10.20%)	19.3 ± 4.7 (24.35%)

ဒါက Method B မှာ ဒေတာကွဲပြားမှု ပိုများတယ်ဆိုတာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ပြတယ်။

၁၁.၇ ဂရပ်ဆွဲတဲ့အခါ သတိထားရမယ့်အချက်

အရေးကြီးဆုံး – ဒေတာတွေကို ဘယ်လိုဂရပ်အမျိုးအစားနဲ့ ဆွဲသလဲဆိုတာက ရလဒ်ကို သိသိသာသာ သက်ရောက်နိုင်တယ်။

ဥပမာ –

ဒေတာ – 1, 3, 4, 7, 8, 17, 20 ရက်တွေမှာ တိုင်းတာမှု

Line plot – ဒေတာတွေကို မျဉ်းနဲ့ဆက်တာက ဓ ရက်အကြာမှာ ရုတ်တရက်မြင့်တက်သွားတယ်လို့ ထင်စေနိုင်တယ်။

Scatter plot (x-y plot) – ဒေတာတွေကို အမှတ်တွေအဖြစ်ဆွဲပြီး trend line ထည့်တာက ဒေတာတွေရဲ့ တကယ့်ဆက်စပ်မှုကို ပြတယ် – ဒီကိစ္စမှာ အချိန်နဲ့ တိုင်းတာမှုကြား **linear correlation** (မျဉ်းဖြောင့်ဆက်စပ်မှု) ရှိတယ်ဆိုတာ ပြတယ်။

သတိပေးချက် – မှားယွင်းစွာ ဒါမှမဟုတ် သတိမထားမိဘဲ ဂရပ်ဆွဲခြင်းက ဒေတာတွေကို မှားယွင်းစွာ အဓိပ္ပါယ်ဖော်စေနိုင်တယ်။ ဒါက စာတမ်းရဲ့ ယုံကြည်မှုကို ထိခိုက်စေနိုင်တယ်။

၁၁.၈ ရလဒ်အပိုင်းမှာ မပါသင့်တဲ့အရာ

ထပ်ခါထပ်ခါ သတိပေးချက် – ဒီအပိုင်းမှာ **ရလဒ်တွေကိုသာ** တင်ပြပါ။ အနက်ဖွင့်ဆိုခြင်း၊ ဆွေးနွေးခြင်း၊ သို့မဟုတ် ကောက်ချက်ဆွဲခြင်း မလုပ်ပါနဲ့။

- **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေကို တင်ပြနိုင်တယ်** – ဒါပေမဲ့ ဒါတွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်ကို မဆွေးနွေးရသေးဘူး။

- **ဇယားတွေနဲ့ ပုံတွေကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း အညွှန်းတပ်ပါ** – စာဖတ်သူက စာသားထဲမှာ ရှင်းလင်းချက်တွေ ရှာမနေဘဲ ချက်ချင်းမြင်နိုင်အောင်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ရလဒ်တွေကိုသာ တင်ပြပါ** – အနက်ဖွင့်ဆိုခြင်း သို့မဟုတ် ဆွေးနွေးခြင်း မလုပ်ရသေးဘူး။
- **ဇယားနဲ့ ဂရပ်ကို သုံးပါ** – ဒေတာတွေကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်းနဲ့ ယုတ္တိဗေဒအရ တင်ပြပါ။
- **Mean၊ SD၊ နဲ့ CoV ကို ထည့်ပါ** – ဒေတာတွေရဲ့ ပျမ်းမျှ၊ ကွဲပြားမှု၊ နဲ့ နှိုင်းယှဉ်ကွဲပြားမှုကို ပြပါ။
- **တိုင်းတာမှုတိကျမှုထက် ပိုပြီး ဒဿမနေရာတွေ မဖော်ပြပါနဲ့** – ကွန်ပျူတာက ပိုပြီးပြနိုင်ပေမဲ့ ကိုယ်တိုင်က ဆင်ခြင်ပါ။
- **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကို တင်ပြပါ** – ဒါပေမဲ့ အဓိပ္ပါယ်ကို နောက်မှထားပါ။
- **ဂရပ်အမျိုးအစားကို သေချာရွေးပါ** – scatter plot က ဆက်စပ်မှုကို ပိုကောင်းကောင်းပြနိုင်တယ်။

အဓိကသတိရစရာ – ရလဒ်အပိုင်းက **"ဘာတွေ ရှိခဲ့လဲ"** ဆိုတာကို ပြောပြဖို့ပါ။ **"ဘာကိုဆိုလိုသလဲ"** ဆိုတာက Discussion မှာ ပြောရမှာပါ။

အခန်း (၁၂) – ဆွေးနွေးချက် (The Discussion)

ဆွေးနွေးချက်ဟာ အစီရင်ခံစာရဲ့ **အရေးအကြီးဆုံး အပိုင်း** ဖြစ်ပါတယ်။ ဒီအပိုင်းမှာ စာရေးသူဟာ တွေ့ရှိချက်တွေကို အနက်ဖွင့်ဆိုပြီး သူတို့ရဲ့အရေးပါမှုကို ဆွေးနွေးရပါမယ်။

ဒီအပိုင်းဟာ ကိုယ့်လေ့လာမှုရဲ့ဒေတာတွေကို တခြားသုတေသီတွေရဲ့တွေ့ရှိချက်တွေနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ပြီး ဆန့်ကျင်ဘက်တွေကို ဖော်ပြတဲ့ နေရာလည်းဖြစ်တယ်။ ဒါ့အပြင် ဒီအပိုင်းက သီအိုရီအသစ်တွေ ဒါမှမဟုတ် တခြားလေ့လာမှုတွေရဲ့ရှိပြီးသားဒေတာတွေအတွက် ရှင်းလင်းချက်တွေ တင်ပြဖို့ နေရာလည်းဖြစ်တယ်။

၁၂.၁ ဒေတာခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း (Data Analysis)

ဒီအပိုင်းမှာ အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမယ် –

- ရလဒ်အားလုံးကို ဆက်စပ်ခြင်း၊ အထူးသဖြင့် သီးခြားအပိုင်းခွဲတွေမှာ တင်ပြထားတဲ့ ရလဒ်တွေကို။
- လေ့လာမှုရဲ့ကဏ္ဍအမျိုးမျိုးက တွေ့ရှိချက်တွေ ဘယ်လို အချင်းချင်း ထောက်ခံပြီး တူညီတဲ့ ကောက်ချက်ကို ဦးတည်သလဲ ဖော်ပြပါ။
- တူညီတဲ့ လေ့လာမှုရဲ့မတူညီတဲ့ အပိုင်းတွေမှာ ကွဲပြားမှုတွေရှိရင် ဒီအပိုင်းမှာ ရှင်းပြရပါမယ်။
- ကိုယ့်လေ့လာမှုရဲ့ရလဒ်တွေနဲ့ စာပေထဲက ရလဒ်တွေကြား ကွဲပြားမှုတွေကိုလည်း ရှင်းပြရပါမယ်။

၁၂.၂ ကွဲပြားမှုတွေရဲ့အရင်းအမြစ်များ

တွေ့ရှိချက်တွေမှာ ကွဲပြားမှုတွေ ဖြစ်ပေါ် နိုင်တဲ့ အကြောင်းရင်းတွေ –

- စမ်းသပ်နည်းစနစ် (testing methodology)

- နမူနာယူမှုနည်းစနစ် (sampling technique)
- စမ်းသပ်ပစ္စည်းတွေရဲ့ဘတ်ချ်အလိုက် ကွဲပြားမှု (batch variations)

ဒီကွဲပြားမှုတွေရဲ့အရင်းအမြစ် ဘာပဲဖြစ်ဖြစ် ဒီကွဲပြားမှုတွေကို ရှင်းပြ ဒါမှမဟုတ် အနည်းဆုံး မှန်ကန်တဲ့ ဆင်ခြင်တွေးခေါ်မှုနဲ့ ကျိုးကြောင်းဆီလျော်အောင် ရှင်းပြရပါမယ်။

၁၂.၃ ဥပမာ – စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားမှုမရှိတဲ့ ကွာခြားချက်ကြီး

တစ်ခါတစ်ရံမှာ ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေက ကြီးမားစွာ ကွာခြားနေပေမဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက် မရှိဘူးလို့ ပြနိုင်တယ်။

ဥပမာ –

Test Group	Mean Value
A	25 ± 1.2
B	22 ± 2.1
C	19 ± 2.3
D	17 ± 12.2

Group A နဲ့ Group D က ပျမ်းမျှတန်ဖိုး ၂၅ နဲ့ ၁၇ – ကွာခြားချက် ရှိတယ်လို့ မြင်ရပေမဲ့ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက် မရှိဘူးလို့ ဆိုတယ်။

ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ –

- Group A ရဲ့ coefficient of variation က 4.8% (ဒေတာတွေ အတူတူနီးပါး)
- Group D ရဲ့ coefficient of variation က 71.8% (ဒေတာတွေ အလွန်ကွဲပြား)

ဒီလိုမျိုး ကွဲပြားမှုကြီးတွေရှိတဲ့ ဒေတာတွေကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ဆိုရင် နမူနာအရေအတွက် (N) ကြီးကြီးလိုအပ်တယ်။ ဒီဥပမာမှာ N=12 နဲ့ မသိသာထင်ရှားဘူး၊ ဒါပေမဲ့ N=20 ဆိုရင် သိသာထင်ရှားလာတယ်။

အဓိကအချက် – နမူနာအရေအတွက် နည်းလွန်းရင် တကယ်ရှိတဲ့ ကွာခြားချက်တွေကိုတောင် စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားမှု မရှိဘူးလို့ ဖြစ်သွားနိုင်တယ်။

၁၂.၄ ရလဒ်နဲ့ ဆွေးနွေးချက်ကြား ဘာတွေထည့်ရမလဲ

မေးခွန်း – "ဘာကို ဘယ်နေရာမှာ ထားရမလဲ?"

ယေဘုယျစည်းမျဉ်း –

- **ရလဒ် (Results)** – တိုင်းတာမှုတွေ၊ ဇယားတွေ၊ ဂရပ်တွေ၊ trend lines နဲ့ သူတို့ရဲ့ ညီမျှခြင်းတွေ၊ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေ (ANOVA, t-test, etc.) – ဒါတွေအားလုံးကို ရလဒ်အပိုင်းမှာ ထားပါ။
- **ဆွေးနွေးချက် (Discussion)** – ဒီတွေ့ရှိချက်တွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်၊ ဘာကြောင့် ဒီလိုဖြစ်တာလဲ၊ တခြားလေ့လာမှုတွေနဲ့ ဘယ်လိုကိုက်ညီ/ကွဲပြားသလဲ၊ ဒါတွေရဲ့ အရေးပါမှု – ဒါတွေကို ဆွေးနွေးချက်မှာ ထားပါ။

စည်းမျဉ်း – ဒေတာတွေကို ပြန်လည်တွက်ချက်ခြင်း ဒါမှမဟုတ် ပြန်လည်ပုံဖော်ခြင်းက ရလဒ်အပိုင်းမှာ ထားပါ။ ဒါပေမဲ့ ဒါတွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်နဲ့ အရေးပါမှုက ဆွေးနွေးချက်မှာ ထားပါ။

၁၂.၅ ဘယ်ကိုးကားချက်တွေကို ဆွေးနွေးချက်မှာ ထည့်ရမလဲ

အခြေခံစည်းမျဉ်း – နိဒါန်းနဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုမှာ မကိုးကားထားတဲ့ ကိုးကားချက်တွေကို ဆွေးနွေးချက်မှာ မထည့်သင့်ဘူး။

ဒါပေမဲ့ ခြွင်းချက်တွေ ရှိတယ် –

- ကိုယ့်ဒေတာတွေနဲ့ သက်ဆိုင်တဲ့ ယန္တရား ဒါမှမဟုတ် သီအိုရီအသစ်တစ်ခုကို ဖော်ထုတ်ခဲ့ရင် ဒီကိုးကားချက်ကို ဆွေးနွေးချက်မှာ ထည့်လို့ရတယ်။

- ကိုယ့်သုတေသနနဲ့ တိုက်ရိုက်မသက်ဆိုင်ပေမဲ့ "သေတ္တာအပြင်ဘက်" တွေးခေါ်မှုက ကိုယ့်တွေ့ရှိချက်တွေနဲ့ ဆက်စပ်မှုရှိတယ်လို့ ပြတယ်ဆိုရင် ဒီကိုးကားချက်ကို ဆွေးနွေးချက်မှာ ထည့်လို့ရတယ်။
- တိုင်းတာမှုစနစ်က ဒေတာတွေထဲကို အနှောင့်အယှက်တွေ ဖြစ်စေနိုင်တယ် ဒါမှမဟုတ် ဒေတာတွေကို အနက်ဖွင့်ဆိုဖို့ နည်းလမ်းအသစ် ဒါမှမဟုတ် ပိုကောင်းတဲ့နည်းလမ်းကို တွေ့ရင် ဒါတွေကို ဆွေးနွေးချက်မှာ ကိုးကားလို့ရတယ်။

၁၂.၆ ဆွေးနွေးချက်ရေးတဲ့အခါ မှတ်ရမယ့်အချက်များ

၁။ ရလဒ်တွေကို ပြန်မပြောပါနဲ့ – ကိုယ့်ရဲ့အဓိကငြင်းခုံချက်အတွက် လုံးဝလိုအပ်မှသာ ပြန်ပြောပါ။

၂။ အခြေခံတွေကို မမေ့ပါနဲ့ – သေချာတဲ့သီအိုရီအရ သိသာတဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေကို သုတေသီက မေ့သွားတတ်တယ်။

၃။ ဆွေးနွေးချက်မစခင် အခြေခံသီအိုရီတွေကို အတိုချုံးပြန်လည်သုံးသပ်ပါ – ဒါပေမဲ့ အခြေခံတွေကို စာမျက်နှာများစွာ ထပ်ရေးဖို့ မလိုပါဘူး။

၄။ ဆွေးနွေးချက်မစခင် ဒေတာတွေကို ပြန်လည်သုံးသပ်ပြီး အတိုချုပ်မှတ်စုတွေ လုပ်ပါ – ဘာတွေတွေ့ခဲ့လဲဆိုတာကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း သိထားပါ။

၅။ နိဒါန်းနဲ့ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုကို ပြန်ဖတ်ပါ – ကိုယ်လုပ်ထားတာတွေက တခြားအလုပ်တွေနဲ့ ဘယ်လိုဆက်စပ်သလဲဆိုတာ အာရုံစိုက်ဖို့ အထောက်အကူပြုတယ်။

၆။ စာပိုဒ်တွေကို အတိုထားပါ – ဒေတာရဲ့ကဏ္ဍတစ်ခုစီကို သီးခြားစာပိုဒ်တစ်ခုစီမှာ ဆွေးနွေးပါ။

၇။ ရလဒ်တွေကို အပိုင်းခွဲတွေအဖြစ် တင်ပြထားရင် အပိုင်းခွဲတစ်ခုစီကို အလှည့်ကျ ဆွေးနွေးပါ – ဒါပေမဲ့ ဒီသီးခြားဆွေးနွေးချက်တွေရဲ့အပြန်အလှန်ဆက်စပ်မှုကို ဆွေးနွေးချက်ရဲ့အဆုံးမှာ စုစည်းပါ။

၈။ နိဂုံးတွေ မဆွဲပါနဲ့ – ဒါက နောက်အခန်း (Conclusions) ရဲ့အလုပ်ပါ။

၉။ ညံ့ဖျင်းတဲ့ သိပ္ပံပညာက ဘယ်လိုပဲ ကျက်သရေရှိရှိ ရေးထားရေးထား ညံ့ဖျင်းတာပဲ – ဒေတာတွေကို မလုံလောက်စွာ ဆွေးနွေးခြင်း ဒါမှမဟုတ် မလိုလားအပ်တဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေကို ဖုံးကွယ်ခြင်းက ညံ့ဖျင်းတဲ့ သိပ္ပံပညာပါ။

၁၀။ အနုတ်လက္ခဏာတွေ့ရှိချက်က အပြုသဘောရလဒ်တစ်ခုပါ – ဘာကြောင့် ဒီလိုမဖြစ်တာလဲဆိုတာ ရှင်းပြခြင်းက မျှော်လင့်ထားတဲ့ အပြုသဘောရလဒ်ကို ရှင်းပြတာထက်တောင် ပိုကြီးမားတဲ့ စိန်ခေါ်မှုတစ်ခု ဖြစ်နိုင်တယ်။

၁၁။ ကိုယ့်သုတေသနကနေ ထွက်ပေါ်လာတဲ့ သီအိုရီ ဒါမှမဟုတ် လက်တွေ့အလေ့အကျင့်ဆိုင်ရာ တိုးတက်မှုတွေကို ညွှန်ပြပါ။

၁၂။ ကိုယ့်ချဉ်းကပ်မှုရဲ့အားသာချက်နဲ့ အားနည်းချက်တွေကို တူညီတဲ့နယ်ပယ်က တခြားသူတွေရဲ့ ချဉ်းကပ်မှုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ပါ။

၁၃။ လေ့လာမှုရဲ့ကန့်သတ်ချက်တွေကို ညွှန်ပြပြီး ဒီပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းဖို့ အကြံပြုချက်တွေ ပေးပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ဆွေးနွေးချက်က အရေးအကြီးဆုံး** – ဒီမှာ ရလဒ်တွေရဲ့အဓိပ္ပါယ်ကို ရှင်းပြတယ်။
- **ရလဒ်တွေကို ပြန်မပြောပါနဲ့** – လိုအပ်မှသာ ပြန်ပြောပါ။
- **ကွဲပြားမှုတွေကို ရှင်းပြပါ** – ကိုယ့်ဒေတာနဲ့ တခြားဒေတာကြား ကွဲပြားမှုတွေကို ရှင်းပြပါ။
- **ကန့်သတ်ချက်တွေကို ရိုးသားစွာ ဝန်ခံပါ** – ဘယ်လေ့လာမှုမှ ပြီးပြည့်စုံတာမရှိဘူး။
- **အနုတ်လက္ခဏာရလဒ်တွေက အပြုသဘောပါ** – ဘာကြောင့် ဒီလိုဖြစ်တာလဲ ရှင်းပြပါ။
- **နိဂုံးတွေ မဆွဲပါနဲ့** – ဒါက နောက်အခန်းအတွက်ပါ။
- **စာပိုဒ်တွေကို အတိုထားပါ** – ကဏ္ဍတစ်ခုစီကို သီးခြားစီ ဆွေးနွေးပါ။

အဓိကသတိရစရာ – ဆွေးနွေးချက်က **"ဒီတွေ့ရှိချက်တွေက ဘာကိုဆိုလိုသလဲ"** ဆိုတာကို ပြောပြဖို့ပါ။ ဒါဟာ ကိုယ့်လေ့လာမှုရဲ့တန်ဖိုးကို သတ်မှတ်တဲ့ နေရာပါ။

အခန်း (၁၃) – နိဂုံးချုပ် (Conclusions)

အစီရင်ခံစာတွေရဲ့ စာဖတ်သူအများအပြား (နဲ့ စာမူပြန်လည်သုံးသပ်သူတွေ) က အနှစ်ချုပ် (Abstract) ပြီးရင် ပထမဆုံးဖတ်တာက **နိဂုံးချုပ် (Conclusions)** ပါ။ ဒါက စုံထောက်ဝတ္ထုရဲ့ နောက်ဆုံးစာမျက်နှာတွေကို ဖတ်သလိုပဲ၊ ဇာတ်လမ်းရဲ့အဆုံးကို ကြိုသိသွားတာမျိုးပါ။ ဒါပေမဲ့ ဒါက စာဖတ်သူကို အစီရင်ခံစာတစ်ခုလုံးကို ဖတ်တဲ့အခါ ဘာကိုရှာဖွေရမလဲဆိုတာ "အချက်ပေး (clueing in)" ဖို့ အသုံးဝင်တဲ့ ရည်ရွယ်ချက်ကို ဆောင်ရွက်ပေးတယ်။

ဒါကြောင့် နိဂုံးချုပ်ဟာ **အချိုးအစားမညီမျှအောင် ကြီးမားတဲ့ အရေးပါမှု** ရှိပါတယ်။

၁၃.၁ နိဂုံးချုပ်ရဲ့ရည်ရွယ်ချက်များ

နိဂုံးချုပ်အပိုင်းက အောက်ပါ ရည်ရွယ်ချက်တွေကို ဆောင်ရွက်ပေးပါတယ် –

၁။ ဆွေးနွေးချက်ကို ပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်း၊ အကျဉ်းချုပ်ခြင်းနဲ့ ကောက်ချက်ဆွဲခြင်း
၂။ တွေ့ရှိချက်တွေရဲ့အရေးပါမှုကို ညွှန်ပြခြင်း
၃။ နောက်ထပ်အလုပ်အတွက် အကြံပြုချက်များ ပေးခြင်း
၄။ ဇီဝဆေးပညာသုတေသနအတွက် – သုတေသနရဲ့လက်တွေ့အရေးပါမှုနဲ့ အသုံးချမှုတွေကို ညွှန်ပြခြင်း (ဇီဝဆေးပညာမဟုတ်တဲ့ သုတေသနအတွက်လည်း အကျုံးဝင်တယ်)

၁၃.၂ နိဂုံးချုပ်မှာ ဘာတွေထည့်ရမလဲ

- ရှေ့ဆွေးနွေးချက်ကို ယုတ္တိဗေဒအရ အကျဉ်းချုပ်ပါ။
- အဆိုပြုထားတဲ့ သီအိုရီအသစ်တွေ ဒါမှမဟုတ် တုံ့ပြန်မှုယန္တရားအသစ်တွေကို ထပ်လောင်းဖော်ပြပါ။
- သိပ္ပံဆိုင်ရာ ဇီဝဆေးပညာသုတေသနတစ်ခုရဲ့လက်တွေ့အရေးပါမှုကို အမြဲပေးသင့်တယ်။
- လက်တွေ့သုတေသနအတွက် – လက်တွေ့အလေ့အကျင့် ဒါမှမဟုတ် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတွေမှာ ပြောင်းလဲမှုတွေအတွက် အကြံပြုချက်တွေကို ဖော်ပြပါ။

၁၃.၃ ခြုံငုံအကျဉ်းချုပ်

နိဂုံးချုပ်မှာ ခြုံငုံပရောဂျက်ရဲ့ အတိုချုံးအကျဉ်းချုပ် ပါဝင်သင့်တယ် –

- ဘာအလုပ်လုပ်ခဲ့လဲ
- ဘာကိုအောင်မြင်ခဲ့လဲ
- တွေ့ရှိချက်တွေရဲ့ အရေးပါမှု
- နောက်ထပ် ဘာသုတေသနတွေ လုပ်နိုင်လဲ

ဒီနောက်ဆုံးအချက်က အရေးကြီးတယ် – ဘယ်လေ့လာမှုမှ ဘယ်လောက်ပဲ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် လုပ်ထားလုပ် ဒီအကြောင်းအရာအကြောင်း မေးသင့်တဲ့ မေးခွန်းတွေအားလုံးကို မဖြေနိုင်ဘူးဆိုတာကို အသိအမှတ်ပြုတဲ့အနေနဲ့ပါ။

ဒါ့အပြင် နောက်ထပ်အလုပ်အတွက် အကြံပြုချက်တွေက –

- နယ်ပယ်အတွင်း လာမယ့်သုတေသီတွေ ဒါမှမဟုတ် ပရောဂျက်ရှာနေတဲ့ သုတေသီတွေအတွက် ဘယ်နေရာတွေကို အာရုံစိုက်သင့်တယ်ဆိုတာ အကြံပြုတယ်။
- နယ်ပယ်တစ်ခုအတွင်း ပထမဆုံးလေ့လာသူအဖြစ် အခိုင်အမာပြောဆိုခွင့်ကို ဖန်တီးပေးတယ်။

၁၃.၄ နိဂုံးချုပ်ရေးသားပုံစံ

တခြားအပိုင်းတွေလိုပဲ ကောင်းမွန်ပြီး ထိရောက်တဲ့ အရေးအသားစည်းမျဉ်းတွေ ဒီမှာလည်း အကျုံးဝင်ပါတယ်။

ပုံစံနှစ်မျိုး –

- **ကျည်ဆံအမှတ်များ (Bullet points)** – အကြံပြုချက်တွေ အများကြီးရှိရင်၊ ဒါမှမဟုတ် ပိုစတာ ဒါမှမဟုတ် PowerPoint တင်ဆက်မှုတွေအတွက် သင့်တော်တယ်။
- **စာပိုဒ်ပုံစံ (Narrative paragraphs)** – ရိုးရာနည်းလမ်းကို နှစ်သက်သူတွေအတွက်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **နိဂုံးချုပ်က အရေးကြီးတယ်** – စာဖတ်သူတွေ ပထမဆုံးဖတ်လေ့ရှိတယ်။
- **ဆွေးနွေးချက်ကို အကျဉ်းချုပ်ပါ** – ရလဒ်တွေကို ပြန်မပြောပါနဲ့၊ ဆွေးနွေးချက်ရဲ့ အနှစ်သာရကို အကျဉ်းချုပ်ပါ။
- **တွေ့ရှိချက်တွေရဲ့အရေးပါမှုကို ညွှန်ပြပါ** – ဒါတွေက ဘာကြောင့် အရေးကြီးတာလဲ။
- **နောက်ထပ်အလုပ်အတွက် အကြံပြုပါ** – ဘယ်လေ့လာမှုမှ ပြီးပြည့်စုံတာမရှိဘူး၊ နောက်တစ်ဆင့်ကို ညွှန်ပြပါ။
- **လက်တွေ့အသုံးချမှုကို ဖော်ပြပါ** – သုတေသနရဲ့လက်တွေ့အကျိုးသက်ရောက်မှုက ဘာလဲ။
- **ပုံစံကို ရွေးပါ** – ကျည်ဆံအမှတ်တွေလား၊ စာပိုဒ်ပုံစံလား – ပရိသတ်နဲ့ အကြောင်းအရာပေါ်မူတည်တယ်။

အဓိကသတိရစရာ – နိဂုံးချုပ်က **"ဒီလေ့လာမှုကြောင့် ငါတို့ ဘာအသစ်တွေ သိလိုက်ရလဲ"** ဆိုတာကို ပြောပြဖို့ပါ။ ဒါက စာဖတ်သူအတွက် သုတေသနရဲ့တန်ဖိုးကို အတိုချုံးပြီး ချုပ်ဆိုပေးတဲ့ နေရာပါ။

အခန်း (၁၄) – အနှစ်ချုပ် (The Abstract)

အနှစ်ချုပ် (Abstract) က အစီရင်ခံစာပါ အကြောင်းအရာတွေရဲ့ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်နဲ့ အကျဉ်းချုပ်ကို ပေးပါတယ်။ ဒါက **အတိုချုံးရမယ်၊ ဒါပေမဲ့ တိကျလည်း တိကျရမယ်။**

တကယ်တော့ ခေါင်းစဉ်နဲ့ စာရေးဆရာရဲ့အမည်အပြင် စာပေရှာဖွေမှုတစ်ခုမှာ သေချာပေါက်ပေါ်လာမယ့် တစ်ခုတည်းသော အချက်အလက်က အနှစ်ချုပ်ပါ။ အထူးသဖြင့် အင်တာနက်ရှာဖွေမှုတွေမှာပါ။

ဒါကြောင့် အနှစ်ချုပ်က ဂျာနယ်ဆောင်းပါးတစ်ခုရဲ့အလားအလာရှိတဲ့ စာဖတ်သူကို –

- ဆောင်းပါးကို ချက်ချင်းဖတ်မလား၊
- နောက်မှဖတ်မလား၊
- ဒါမှမဟုတ် စိတ်ဝင်စားမှုအပြင်ဘက်ဆိုရင် လုံးဝဖတ်မလား ဆုံးဖြတ်ဖို့ ခွင့်ပြုတယ်။

တစ်နည်းအားဖြင့် အနှစ်ချုပ်ဟာ **ရုပ်ရှင်ကြော်ငြာဇာတ်ကား (movie trailer)** နဲ့ တူပါတယ် – စာဖတ်သူကို စာမူထဲကို ဆွဲသွင်းပြီး အကြောင်းအရာတွေရဲ့အညွှန်းကို ပေးတယ်။

- ညံ့ဖျင်းစွာရေးထားတဲ့ အနှစ်ချုပ်က စာဖတ်သူတွေကို တွန်းလှန်ပစ်လိမ့်မယ်။
- အနှစ်ချုပ်ထဲက မှားယွင်းမှုတွေက ထာဝရ ထပ်ခါထပ်ခါ ဖြစ်နိုင်တယ်၊ အထူးသဖြင့် စာတမ်းတစ်ခုလုံးထက် အနှစ်ချုပ်ကိုပဲ အားကိုးတဲ့သူတွေအတွက်ပါ။

၁၄.၁ အနှစ်ချုပ်ရဲ့ပုံစံနဲ့ အကြောင်းအရာ

ဖွဲ့စည်းပုံဆိုင်ရာ အနှစ်ချုပ် (Structured Abstract) ရဲ့ပုံစံဟာ အောက်ပါ အခြေခံမျဉ်းကြမ်းကို လိုက်နာသင့်ပါတယ် –

အပိုင်း	အကြောင်းအရာ

Purpose (ရည်ရွယ်ချက်)	ဘာကြောင့် ဒီလေ့လာမှုကို လုပ်တာလဲဆိုတဲ့ အတိုချုံး ခြုံငုံသုံးသပ်ချက်
Materials and Methods (ပစ္စည်းများနှင့် နည်းလမ်းများ)	ဘာလုပ်ခဲ့လဲ၊ ဘယ်လိုလုပ်ခဲ့လဲ၊ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေရဲ့ အတိုချုံးဖော်ပြချက်
Results (ရလဒ်များ)	ဘာတွေ့ရှိခဲ့လဲဆိုတဲ့ အတိုချုံးဖော်ပြချက် – ဂဏန်းဒေတာတွေဆိုရင် ပျမ်းမျှတန်ဖိုးနဲ့ စံသွေဖည်မှုတွေကို ပေးပါ။ အဓိကတွေ့ရှိချက်ကို စာကြောင်းတစ်ကြောင်းတည်းနဲ့ ဖော်ပြပါ။
Conclusions (နိဂုံးချုပ်)	အဓိကတွေ့ရှိချက်(များ)ရဲ့ အရေးပါမှုကို အတိုချုံးညွှန်ပြပါ။

ဒီအခြေခံပုံစံက ဆင်တူပေမဲ့ ဂျာနယ်အမျိုးမျိုးက သီးခြားပုံစံတွေ လိုအပ်နိုင်တယ်၊ တချို့ဂျာနယ်တွေက စနစ်ကျမှုနည်းတဲ့ အနှစ်ချုပ်ကို ပိုနှစ်သက်နိုင်တယ်။

၁၄.၂ အနှစ်ချုပ်ရဲ့အရှည်နဲ့ အကြောင်းအရာ

အနှစ်ချုပ်ရဲ့အရှည်က ရည်ရွယ်ထားတဲ့ ပရိသတ်အပေါ် မူတည်ပါတယ် –

အမျိုးအစား	ပုံမှန်အရှည်
ဂျာနယ်ဆောင်းပါး	စာလုံး ၄၀၀–၇၀၀ (သို့မဟုတ် စာမျက်နှာ ၁–၂) – ဂျာနယ်နဲ့ စာမူအမျိုးအစားပေါ် မူတည်
သိပ္ပံအစည်းအဝေးအတွက် တင်သွင်းမှု	စာလုံး ၇၀၀ ဝန်းကျင်
ကုမ္ပဏီအတွင်းပိုင်း အစီရင်ခံစာ	ပို့ရှည်တတ်တယ် – ရလဒ်၊ ဆွေးနွေးချက်၊ အထူးသဖြင့် နိဂုံးချုပ်ကို အာရုံစိုက်တယ်။ (မန်နေဂျာတွေက အနှစ်ချုပ်ကို ဖတ်ပြီး အစီရင်ခံစာကို ဖတ်မဖတ် ဆုံးဖြတ်တယ်)

စာတမ်း/ကျမ်းစာတမ်း	ဂျာနယ်ဆောင်းပါးထက် ပိုရှည်တယ် – စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုရဲ့ အကျဉ်းချုပ်၊ နည်းလမ်း၊ ရလဒ်၊ ဆွေးနွေးချက်နဲ့ နိဂုံးချုပ်တွေကို အတိုချုံးထည့်ပါ။

အကြံပြုချက် – ကိုယ်တင်သွင်းမယ့် ဂျာနယ်ရဲ့ မကြာသေးမီက ထုတ်ဝေမှုတွေကို ကြည့်ပြီး သူတို့ ဘယ်လိုအနှစ်ချုပ်မျိုး နှစ်သက်လဲ ကြည့်ပါ။

၁၄.၃ အဓိကစာလုံးများ (Key Words)

သိပ္ပံဂျာနယ်အများအပြားက စာမူနဲ့အတူ **အဓိကစာလုံး (key words)** တွေ ပေးဖို့ လိုအပ်တယ်။

ဒါတွေက –

- ကိုယ့်အစီရင်ခံစာရဲ့ အကြောင်းအရာကို ညွှန်ပြတဲ့ စာလုံးတွေပါ။
- ခေါင်းစဉ်စာမျက်နှာ ဒါမှမဟုတ် အနှစ်ချုပ်နဲ့ တူညီတဲ့ စာမျက်နှာမှာ ထားသင့်တယ်။
- ဒေတာဘေ့စ်တွေမှာ စာတမ်းတွေ ထည့်သွင်းခံရဖို့ ညွှန်ကိန်းတွေပါ။
- ညံ့ဖျင်းတဲ့ ဒါမှမဟုတ် မသင့်တော်တဲ့ အဓိကစာလုံးရွေးချယ်မှုက ကိုယ့်အလုပ်ရဲ့ စာဖတ်ပရိသတ်ကို ကန့်သတ်နိုင်တယ်။

မှတ်ချက် – အဓိကစာလုံးတွေက စာတမ်းခေါင်းစဉ်မှာ သုံးထားတဲ့ စာလုံးတွေကို မထပ်သင့်ဘူး (ဂျာနယ်ပေါ်မူတည်ပြီး ကွဲပြားနိုင်တယ်)။

၁၄.၄ အနှစ်ချုပ်ကို ဘယ်အချိန်မှာ ရေးမလဲ

ဒါက ကိုယ်ပိုင်ရွေးချယ်မှုပါ –

နည်းလမ်း ၁ – စာသားအများစုကို ရေးပြီးမှ ရေးတယ်

- အားသာချက် – အစီရင်ခံစာအကြောင်းကို အပြည့်အဝသိပြီးသားမို့ အရေးကြီးတဲ့အချက်တွေကို မီးမောင်းထိုးပြနိုင်တယ်။

နည်းလမ်း ၂ – ပထမဆုံး အနှစ်ချုပ်ကို ရေးတယ်

- အားသာချက် – စာသားကို ပိုကောင်းကောင်းစီစဉ်ဖို့ လမ်းပြမြေပုံတစ်ခု ပေးတယ်။

သတိပေးချက် – အနှစ်ချုပ်ကို အစီရင်ခံစာနဲ့ သီးခြားလိုသလိုရေးတဲ့အခါ ကိုယ်တကယ်တွေ့ရှိခဲ့တာထက် ကိုယ်တွေ့ရှိခဲ့မယ်လို့ မျှော်လင့်ထားတာကို ရေးမိတတ်တယ်။ ဒါက မကောင်းတဲ့ အလေ့အကျင့်ပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **အနှစ်ချုပ်က အရေးကြီးတယ်** – ဒါက စာဖတ်သူတွေ ပထမဆုံးမြင်ရတဲ့အရာပါ (ခေါင်းစဉ်ပြီးရင်)။
- **အတိုချုံးပြီး တိကျပါ** – လေ့လာမှုရဲ့ရည်ရွယ်ချက်၊ နည်းလမ်း၊ ရလဒ်၊ နဲ့ နိဂုံးချုပ်ကို အတိုချုံးဖော်ပြပါ။
- **ဖွဲ့စည်းပုံဆိုင်ရာ အနှစ်ချုပ်** – Purpose၊ Methods၊ Results၊ Conclusions ဆိုတဲ့ ရှင်းလင်းတဲ့ အပိုင်းတွေ ပါသင့်တယ်။
- **ဂျာနယ်လိုအပ်ချက်တွေကို စစ်ဆေးပါ** – ဂျာနယ်တိုင်းမှာ စာလုံးရေနဲ့ ပုံစံအတွက် သီးခြားလိုအပ်ချက်တွေ ရှိတယ်။
- **အဓိကစာလုံးတွေ ထည့်ပါ** – ဒါတွေက ကိုယ့်အလုပ်ကို ရှာဖွေတွေ့ရှိနိုင်စေတယ်။
- **မှန်ကန်ကြောင်း သေချာပါစေ** – အနှစ်ချုပ်က အစီရင်ခံစာရဲ့အကြောင်းအရာကို တိကျစွာ ထင်ဟပ်စေရမယ်။
- **ဘယ်အချိန်ရေးရမယ်ဆိုတာ ရွေးပါ** – အစမှာရေးပါ၊ ဒါမှမဟုတ် အဆုံးမှာရေးပါ – ဒါပေမဲ့ တိကျမှုကို သေချာပါစေ။

အဓိကသတိရစရာ – အနှစ်ချုပ်က **"ဒီလေ့လာမှုက ဘာအကြောင်းလဲ"** ဆိုတာကို အတိုချုံးပြီး ပြောပြဖို့ပါ။ ဒါဟာ စာဖတ်သူတွေ ဆုံးဖြတ်ချက်ချဖို့ သုံးတဲ့ အရေးအကြီးဆုံး အပိုင်းပါ။

အခန်း (၁၅) – စာရေးသားပုံစံနှင့် နည်းစနစ် (Writing Style and Technique)

ဒီအခန်းအထိ သိပ္ပံအစီရင်ခံစာရဲ့အခြေခံပုံစံကို အာရုံစိုက်ထားပြီး ဘယ်လိုရေးရမယ်ဆိုတာကို သိပ်မပြောဖြစ်သေးဘူး။ အတွေ့အကြုံ ဘယ်လောက်ပဲရှိရှိ၊ အစီရင်ခံစာရဲ့အကြောင်းအရာ ဘာပဲဖြစ်ဖြစ် စာရေးတာဟာ စာတစ်စောင်တောင် ရေးရတာ ခက်ခဲတဲ့အလုပ်ပါ။ ဒါပေမဲ့ ဒီအလုပ်ကို ကူညီဖို့ လုပ်နိုင်တဲ့ အချက်တွေ အများကြီး ရှိပါတယ်။

စာမစခင် ကိုယ့်မှတ်စုတွေအားလုံးကို ထိုင်ပြီး ဖတ်ပါ – ဒါမှ အရာရာ စိတ်ထဲမှာ လန်းဆန်းနေမှာပါ။ ပြီးမှ စရေးပါ။

ဒါပေမဲ့ စာရေးတဲ့ စည်းမျဉ်းတွေကို သတ်မှတ်ဖို့ဆိုတာ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။ စည်းမျဉ်းတွေရှိရင်တောင် လူအများစုက လျစ်လျူရှုကြလိမ့်မယ်။ ဒါကြောင့် အောက်ပါ အကြံပြုချက်တွေကို တင်းကျပ်တဲ့ "စည်းမျဉ်းတွေ" ထက် **လမ်းညွှန်ချက်တွေ** အဖြစ် ပေးလိုက်ပါတယ်။

၁၅.၁ စာရေးသားခြင်းအတွက် အကြံပြုချက်များ

(၁) စာကြောင်းအရှည်

- ပျမ်းမျှစာကြောင်းကို စာလုံး ၃၀ ဝန်းကျင်ထားပါ။
- **စာကြောင်းတစ်ကြောင်းရဲ့အကောင်းဆုံးအရှည်က ၃ ကြောင်း ဒါမှမဟုတ် ဒီထက်နည်းပါ** (စာလုံး ၂၄–၂၇ လုံး)။
- စာကြောင်းရှည်တွေက ဖတ်ရခက်တယ်။
- အလွန်ရှည်တဲ့ စာကြောင်းတွေ (၅ ကြောင်း ဒါမှမဟုတ် ဒီထက်ပို) က မျိုချရခက်တယ်။
- **စာကြောင်းတစ်ကြောင်းတည်းက စာပိုဒ်တစ်ပိုဒ်ဖြစ်သွားတဲ့အထိ ရှည်တဲ့စာကြောင်းတွေ မရေးပါနဲ့။**

(၂) ရိုးရှင်းပြီး ရှင်းလင်းပါ

- ရိုးရှင်းရှင်းလင်းလင်း ရေးပါ။
- သာမန် အင်္ဂလိပ်စကားလုံးတွေကို သုံးပါ။
- "circular orifices" လို့ ပြောတာထက် "round holes" လို့ ပြောတာက ပိုကောင်းတယ်။

(၃) "သိပ္ပံဆိုင်ရာ စာရေးဟန်" ဆိုတာ မရှိဘူး

- "သိပ္ပံဆိုင်ရာ" စာရေးဟန်ဆိုတာ မရှိပါဘူး – ဆိုလိုတာက အလိုအလျောက် စစ်မှန်မှုနဲ့ ဓမ္မဓိဋ္ဌာန်ကျမှုကို ပေးတဲ့ ချဉ်းကပ်နည်းပါ။
- တကယ်တော့ "သိပ္ပံဆိုင်ရာစာရေးဟန်" အများစုဟာ ဟန်ဆောင်မှု၊ မကြာခဏ ဝေဝါးပြီး များသောအားဖြင့် နားမလည်နိုင်စရာပါ။
- ကိုယ်က "သိပ္ပံဆိုင်ရာ" ရေးနေတယ်လို့ ထင်ရင် စာမူကို ဒုတိယအကြိမ် ဝေဖန်ဆန်းစစ်စာ ကြည့်ပါ။

(၄) ဝေါဟာရသုံးစွဲမှု

- အစီရင်ခံစာက သိပ္ပံဆိုင်ရာ ကျမ်းစာတစ်စောင်ဖြစ်တယ်ဆိုတာ အမြဲသတိရပါ။
- စကားအသုံးအနှုန်းတွေ၊ ဒေသသုံးစကားတွေ၊ ပြီးတော့ ပညာရပ်ဆိုင်ရာ ဝေါဟာရအတုတွေကို တတ်နိုင်သမျှ ရှောင်ပါ။
- နည်းပညာဆိုင်ရာ ဝေါဟာရတွေကို ထပ်ခါထပ်ခါ သုံးခြင်းက အကြောင်းအရာကို အရေးမပါအောင် ဖြစ်စေတတ်တယ်။

(၅) အတိုကောက်များ (Abbreviations)

- အတိုကောက်တွေ သုံးလို့ရပါတယ် (ဥပမာ – DMA = dynamic mechanical analysis)။

- **ဒါပေမဲ့** – ပထမဆုံးအကြိမ်သုံးတဲ့အခါ အတိုကောက်ကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ဆိုပါ။

ဥပမာ – "DMA (dynamic mechanical analysis) was used to..."

(၆) စာပိုဒ်အရှည်

- **စာပိုဒ်ရှည်တွေကို ရှောင်ပါ။**
- ပထမအချက် – စာပိုဒ်ရှည်တစ်ခုကို အစကနေအဆုံး ဖတ်ရတာ ခက်ခဲတယ်။
- ဒုတိယအချက် – အချက်အလက် ဒါမှမဟုတ် သဘောတရားများစွာကို ပေါင်းထည့်လိုက်ရင် သူတို့ရဲ့သက်ရောက်မှု ဆုံးရှုံးသွားတယ်။
- **ဒါကြောင့် အရေးကြီးတဲ့ ကြေညာချက် ဒါမှမဟုတ် အချက်တစ်ခုစီအတွက် စာပိုဒ်အသစ်တစ်ခု အမြဲစပါ။**
- ဒါက ပိုဖတ်လို့ကောင်းတဲ့ စာသားကို ဖြစ်စေပြီး အကြောင်းအရာကို ပိုအလေးချိန်ပေးတယ်။

(၇) စာဖတ်သူကို သိပါ

- အစီရင်ခံစာက ပညာတတ်ပြီး စာတတ်တဲ့ စာဖတ်သူတွေအတွက် ရည်ရွယ်ထားတာကို သတိရပါ။
- အချက်တစ်ခုကို အလေးပေးဖို့ ဒါမှမဟုတ် တူညီတဲ့စကားစုကို နည်းနည်းကွဲကွဲနဲ့ ထပ်ခါထပ်ခါ ပြောဖို့ မလိုပါဘူး။
- တစ်ချက်ကို အထူးအလေးပေးရမယ်ဆိုရင် နိဂုံးချုပ်မှာ လုပ်ပါ – ဒါက ဒီအတွက် ရှိတဲ့နေရာပါ။

(၈) သဒ္ဒါအခြေခံစည်းမျဉ်းများ

- သဒ္ဒါအခြေခံစည်းမျဉ်းတွေကို လိုက်နာပါ။

- လူတိုင်း အင်္ဂလိပ်လို ပြီးပြည့်စုံအောင် မရေးတတ်ပေမဲ့ အင်္ဂလိပ်လို သဒ္ဒါမှန်အောင် ရေးဖို့ လူတိုင်း ကြိုးစားနိုင်တယ်။
- Word ရဲ့ grammar check ကို သုံးပါ – ဒါပေမဲ့ အမြဲတမ်း အားမကိုးပါနဲ့။
- စာမူပြီးတဲ့အခါ ပြန်ဖတ်ပြီး grammar checker က ဘယ်လိုပြင်ဆင်တယ်ဆိုတာကို အမြဲစစ်ဆေးပါ။

(၉) စာလုံးပေါင်းသတ်ပုံနှင့် ပျောက်နေတဲ့ စာလုံးများ

- စာလုံးပေါင်းသတ်ပုံအမှားတွေ၊ ပျောက်နေတဲ့စာလုံးတွေကို နှစ်ခါစစ်ပါ။
- ကိုယ်ရေးထားတာက ကိုယ်ရေးချင်တာနဲ့ ကိုက်ညီကြောင်း အမြဲသေချာပါစေ။
- တစ်နည်းအားဖြင့် **ဒါက အဓိပ္ပါယ်ရှိသလား။**

(၁၀) အားဖြည့်စာကြောင်းများ

- ဆက်စပ်နေတဲ့ စာကြောင်းနှစ်ကြောင်းကို ဆက်ဖို့ dashes (—) ဒါမှမဟုတ် periods (...) တွေကို မသုံးပါနဲ့။
- **Semicolon (;) ကို သုံးပါ။**

(၁၁) ထပ်ခါထပ်ခါ စကားလုံးများ

- စာကြောင်းတစ်ကြောင်းထဲမှာ ဒါမှမဟုတ် စာပိုဒ်တစ်ပိုဒ်ထဲမှာ တူညီတဲ့ စကားလုံးကို ထပ်ခါထပ်ခါ မသုံးပါနဲ့။
- Word ရဲ့ built-in thesaurus (Tools → Language) ကို သုံးပါ။

(၁၂) ပုဒ်ဖြတ်ပုဒ်ရပ် (Punctuation)

- ပုဒ်ဖြတ်ပုဒ်ရပ်က အမြဲတမ်း ပြဿနာပါ။
- မသေချာရင် စာကြောင်းကို အသံထွက်ဖတ်ပါ (ဒါမှမဟုတ် တီးတိုးရေရွတ်ပါ) – အသက်ရှူရပ်တဲ့ နေရာတွေမှာ comma ထည့်ပါ။

(၁၃) နောက်ဆုံးအကြံပြုချက်

- စာတမ်းတစ်ခု ရေးတာ ဒါမှမဟုတ် သိပ္ပံဂျာနယ်မှာ စာတမ်းထုတ်ဝေဖို့ဆိုတာ ခက်ခဲပေမဲ့ စာမရေးဘဲ အဆင့်မြင့်ဘွဲ့ ရခဲ့တဲ့သူ၊ သိပ္ပံစာတမ်းထုတ်ဝေခဲ့တဲ့သူ၊ ဒါမှမဟုတ် သုတေသနရန်ပုံငွေ ရခဲ့တဲ့သူ ဘယ်သူမှ မရှိဘူး။

၁၅.၂ Microsoft Word အတွက် အသုံးဝင်တဲ့ ကီးဘုတ်ဖြတ်လမ်းများ

စာရိုက်တဲ့အခါ သုံးလို့ရတဲ့ အသုံးဝင်တဲ့ ကီးဘုတ်ဖြတ်လမ်းတွေ –

ကီးဘုတ်	သင်္ကေတ	အသုံးပြုမှု
Alt + 24	↑	အပေါ်မြှား (တိုးလာခြင်း)
Alt + 25	↓	အောက်မြှား (လျော့ကျခြင်း)
Alt + 171	½	တစ်ဝက်
Alt + 224	α	Greek alpha
Alt + 225	β	Greek beta
Alt + 230	µ	မိုက်ခရိုန် (µm)
Alt + 241	±	ပျမ်းမျှ ± စံသွေဖည်မှု
Alt + 246	÷	စားခြင်း
Alt + 248	°	ဒီဂရီ (ဥပမာ – 10°C)
Alt + 250	·	ဥပမာ – $PdSO_4 \cdot 2H_2O$
Alt + 253	²	စတုရန်း (ဥပမာ – 10^2 သို့မဟုတ် mm^2)
Ctrl + C	Copy	သတ်မှတ်ထားတဲ့ အပိုင်းကို ကူးယူခြင်း
Ctrl + V	Paste	ကူးယူထားတဲ့ အပိုင်းကို ကူးထည့်ခြင်း
Ctrl + X	Delete	သတ်မှတ်ထားတဲ့ အပိုင်းကို ဖျက်ခြင်း

မှတ်ချက် – Word က "1/4" ကို ¼၊ "3/4" ကို ¾၊ "1/2" ကို ½ အဖြစ် အလိုအလျောက် ပြောင်းပေးတယ်။ ဒါ့အပြင် "rd" ကို rd အဖြစ်လည်း ပြောင်းပေးတယ် (ဥပမာ – "3rd" → 3rd)။

သတိထားရန် – Word က "(c)" ကို "©" အဖြစ် အလိုအလျောက် ပြောင်းပေးတယ်။ စာရင်းတစ်ခုမှာ (a), (b), (c) စသဖြင့် ရေးတဲ့အခါ ဒီအလိုအလျောက်ပြောင်းလဲမှုကို သတိထားပါ။ ဒီပြဿနာကို ရှောင်ဖို့ "(c)" လို့ ရိုက်ပြီး နောက်ပြန်သွားပြီး "(နဲ့ "c)" ကြားက နေရာလွတ်ကို ဖယ်လိုက်ပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **စာကြောင်းတိုတိုထားပါ** – ပျမ်းမျှ ၃၀ စာလုံး၊ အများဆုံး ၃ ကြောင်း။
- **ရိုးရှင်းရှင်းလင်းလင်းရေးပါ** – သာမန်စကားလုံးတွေကို သုံးပါ။
- "သိပ္ပံဆိုင်ရာ စာရေးဟန်" ကို ရှောင်ပါ – ဒါက မကြာခဏ ဟန်ဆောင်မှုနဲ့ နားမလည်နိုင်စရာပါ။
- **အတိုကောက်တွေကို အဓိပ္ပါယ်ဖွင့်ပါ** – ပထမဆုံးအကြိမ်သုံးတဲ့အခါ။
- **စာပိုဒ်တိုတိုထားပါ** – အချက်တစ်ခုစီအတွက် စာပိုဒ်အသစ်တစ်ခု။
- **သဒ္ဒါကို စစ်ဆေးပါ** – ဒါပေမဲ့ ကွန်ပျူတာ grammar checker ကို အားမကိုးပါနဲ့။
- **ထပ်ခါထပ်ခါ စကားလုံးတွေကို ရှောင်ပါ** – thesaurus ကို သုံးပါ။
- **ပုဒ်ဖြတ်ပုဒ်ရပ်ကို ဂရုစိုက်ပါ** – မသေချာရင် အသံထွက်ဖတ်ပါ။
- **ကီးဘုတ်ဖြတ်လမ်းတွေကို သုံးပါ** – သင်္ကေတတွေနဲ့ ဖော်မတ်တွေအတွက် အချိန်ကုန်သက်သာစေတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – စာရေးတာက ခက်ခဲပေမဲ့ ဒီအကြံပြုချက်တွေကို လိုက်နာခြင်းက ကိုယ့်စာသားကို ပိုရှင်းလင်းပြီး ပိုဖတ်လို့ကောင်းအောင် လုပ်ပေးမှာပါ။ ကောင်းမွန်တဲ့ အရေးအသားက ကောင်းမွန်တဲ့ သိပ္ပံပညာကို ဖြည့်ဆည်းပေးတယ် – ဒါပေမဲ့ ညံ့ဖျင်းတဲ့ သိပ္ပံပညာကို ဘယ်လိုပဲ ကျက်သရေရှိရှိ ရေးထားရေးထား ညံ့ဖျင်းတာပါ။

အခန်း (၁၆) – ထုတ်ဝေခြင်း (Getting Published)

သုတေသနလေ့လာမှုတစ်ခုကို ပြီးမြောက်အောင်လုပ်ပြီး အဆင့်မြင့်ဘွဲ့အတွက် စာတမ်း သို့မဟုတ် ကျမ်းစာတမ်းကို အောင်မြင်စွာ တင်သွင်းခြင်းအပြင်၊ ကျေနပ်စရာအကောင်းဆုံး လုပ်ဆောင်မှုတွေထဲက တစ်ခုက ပရော်ဖက်ရှင်နယ်ဂျာနယ်တစ်ခုဆီ စာမူတစ်ခုကို တင်သွင်းခြင်းပါ။

ဒါပေမဲ့ စာမူတစ်ခုကို တင်သွင်းရုံနဲ့ လက်ခံပြီး ထုတ်ဝေခံရမယ်လို့ အာမခံချက် မရှိပါဘူး။

၁၆.၁ စာမူပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်း (Manuscript Review)

ထုတ်ဝေဖို့ ရည်ရွယ်ထားတဲ့ သိပ္ပံစာတမ်းရဲ့ **အဓိကစာရေးဆရာ (lead author)** ဟာ –

- သိပ္ပံဆိုင်ရာ တိကျမှု
- မှန်ကန်တဲ့ သဒ္ဒါနဲ့ ပုဒ်ဖြတ်ပုဒ်ရပ်
- စာမူက စာရေးဆရာ ပြောချင်တာကို ပြောနေသလား

ဆိုတာတွေကို စစ်ဆေးဖို့ စာမူကို ဖတ်ပြီး ပြန်ဖတ်သင့်တယ်။

အသုံးဝင်တဲ့အလေ့အကျင့် – စာမူကို ပြန်မဖတ်ခင် ရက်အနည်းငယ် စောင့်ခြင်းက စာရေးဆရာကို မျက်လုံးအသစ်တွေနဲ့ ကြည့်နိုင်စေပြီး ပထမအကြိမ် ဒါမှမဟုတ် ဒုတိယအကြိမ်ဖတ်တုန်းက လွဲချော်ခဲ့တာတွေကို မြင်နိုင်စေတယ်။

ပြီးရင် **အကြံဉာဏ်ကောင်းတဲ့ စာရေးဆရာက** –

- လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက်တစ်ယောက် ဒါမှမဟုတ် တစ်ယောက်ထက်ပိုတဲ့သူတွေ
- နဲ့ မျှော်လင့်ချက်အတိုင်း သူ့ရဲ့ကြီးကြပ်ရေးဆရာ

တို့ကို အကြောင်းအရာနဲ့ တင်ပြမှုအတွက် စာမူကို ပြန်လည်သုံးသပ်ပြီး ဖြစ်နိုင်ရင် ပြင်ဆင်ဖို့ တောင်းဆိုလိမ့်မယ်။

အထူးအသုံးဝင်တာက – ဒီသီးခြားနယ်ပယ်မှာ အထူးပြုကျွမ်းကျင်မှုမရှိတဲ့သူတစ်ယောက်က စာမူကို ပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်းက အထူးကျွမ်းကျင်သူတွေ၊ အထူးသဖြင့် စာရေးဆရာကိုယ်တိုင် သိသာတယ်လို့ ထင်ရတဲ့ ကြေညာချက်တွေ ဒါမှမဟုတ် မှတ်ချက်တွေကို မီးမောင်းထိုးပြနိုင်တယ်။

အရေးကြီးတဲ့အချက် – မှန်ကန်တဲ့ ဒါမှမဟုတ် နောက်ဆုံးပေါ် ဝေါဟာရကို ရွေးချယ်ခြင်းပါ။ မသေချာရင် ပရော်ဖက်ရှင်နယ်အဖွဲ့အစည်းတွေနဲ့ အထူးပြုအသင်းအဖွဲ့တွေ အကြံပြုထားတဲ့ ဝေါဟာရတွေကို တိုင်ပင်ပါ။

၁၆.၂ ဂျာနယ်ရွေးချယ်ခြင်း (Journal Selection)

စာမူတစ်ခုကို ဂျာနယ်တစ်ခုဆီ အောင်မြင်စွာ တင်သွင်းခြင်း (ဆိုလိုတာက အယ်ဒီတာ့အာဘော်ပြန်လည်သုံးသပ်သူတွေက လက်ခံပြီး နောက်ဆုံးထုတ်ဝေခြင်း) အတွက် အောက်ပါစံနှုန်းတွေ ပြည့်မီရပါမယ် –

၁။ သိပ္ပံပညာက ကောင်းသလား။
၂။ စာမူက ကောင်းမွန်စွာ ရေးသားထားသလား။
၃။ အကြောင်းအရာက ရှိပြီးသားအသိပညာကို ပံ့ပိုးမှုရှိသလား။
၄။ စာမူက မှန်ကန်တဲ့ အဆင့်မှာ "ပစ်မှတ်ထား" ထားသလား။
၅။ စာမူက ဂျာနယ်ရဲ့ အယ်ဒီတာ့အာဘော်လမ်းညွှန်ချက်တွေကို လိုက်နာသလား။
၆။ စာမူအကြောင်းအရာက ဂျာနယ်ရဲ့ အယ်ဒီတာ့အာဘော်မူဝါဒနဲ့ ကိုက်ညီသလား။
၇။ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုက ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်နဲ့ ခေတ်မီသလား။

အရေးကြီးဆုံး – လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက်တွေနဲ့ ကြီးကြပ်ရေးဆရာတွေရဲ့ အကြံဉာဏ်နဲ့ မှတ်ချက်တွေက အရေးကြီးတယ်။

သတိထားရမယ့်အချက် – စာမူရဲ့ အကြောင်းအရာက ပစ်မှတ်ဂျာနယ်မှာ ထုတ်ဝေတဲ့ တခြားဆောင်းပါးတွေနဲ့ ကိုက်ညီရမယ်။

- သတ္တုဗေဒဆိုင်ရာ စာမူက သွားဘက်ဆိုင်ရာဂျာနယ်အတွက် မသင့်တော်ဘူးဆိုတာ သိသာပေမဲ့၊

- သတ္တုသွင်းစိုက်ပစ္စည်းတွေရဲ့ကလိုရိုက်မီဒီယာမှာ သံချေးတက်ခြင်းအကြောင်း ဆောင်းပါးတစ်ပုဒ်က စိတ်ဝင်စားစရာ ဖြစ်နိုင်တယ်။

ဒါပေမဲ့ စာဖတ်သူက သတ္တုဗေဒ ဒါမှမဟုတ် လျှပ်စစ်ဓာတုဗေဒဆိုင်ရာ အထူးပြုမှတ်ချက်တွေကို မမျှော်လင့်သင့်ဘူး။

စာပေကိုးကားချက်တွေ (references) က ဂျာနယ်ရဲ့လိုအပ်ချက်နဲ့ ကိုက်ညီရမယ်။ ဒီရိုးရှင်းတဲ့ လိုအပ်ချက်ကို လျစ်လျူရှုတဲ့ စာရေးဆရာတွေက သူတို့ရဲ့တင်သွင်းမှုတွေ ချက်ချင်းပယ်ချခံရနိုင်တယ်။

၁၆.၃ စာမူတင်သွင်းခြင်း (Manuscript Submission)

အရင်တုန်းက စာမူမိတ္တူများစွာကို ပုံမှန်စာတိုက်နဲ့ တင်သွင်းရတယ်။ အခုတော့ ဂျာနယ်အများစုက **အွန်လိုင်းတင်သွင်းမှုစနစ်** ကို တည်ဆောက်ထားပြီး ဖြစ်စဉ်ကို အများကြီး ရိုးရှင်းစေပြီး ကုန်ကျစရိတ်ကိုလည်း လျှော့ချပေးတယ်။

ဂျာနယ်တွေက သူတို့ရဲ့ဝဘ်ဆိုက်မှာ "Instructions for Authors" ဆိုတဲ့ အပိုင်းကို ပေးလေ့ရှိတယ်။ စာရေးဆရာအားလုံးကို စာမူမတင်သွင်းခင် ဒီညွှန်ကြားချက်တွေကို သေချာပြန်လည်သုံးသပ်ဖို့ တိုက်တွန်းပါတယ်။

ပယ်ချခံရတဲ့ အကြောင်းရင်းတွေ –

- စာလုံးရေကန့်သတ်ချက်တွေကို လျစ်လျူရှုခြင်း
- ညံ့ဖျင်းတဲ့ စည်းရုံးမှု
- လိုအပ်တဲ့ပုံစံကို မလိုက်နာခြင်း

အရေးကြီးတဲ့အချက် – အကြံပြုထားတဲ့ စာလုံးပုံစံ (font)၊ စာလုံးပုံစံအမျိုးအစား (font style)၊ နဲ့ အရွယ်အစား (size) ကိုလည်း စစ်ဆေးပါ။

၁၆.၄ အယ်ဒီတာ့အာဘော်ပြန်လည်သုံးသပ်ခြင်း (Editorial Review)

ဂျာနယ်အားလုံးက ကောင်းပေမဲ့ တချို့က တခြားဂျာနယ်တွေထက် ပိုကောင်းတယ်။

- ပြန်လည်သုံးသပ်မှုမရှိတဲ့ ဂျာနယ်ထက် **ပြန်လည်သုံးသပ်ထားတဲ့ ဂျာနယ် (peer-reviewed journal)** မှာ ထုတ်ဝေတာက ပိုကောင်းတယ်လို့ သတ်မှတ်ခံရတယ်။
- နယ်ပယ်တစ်ခုအတွင်းမှာ တချို့ဂျာနယ်တွေက ထိပ်တန်းထုတ်ဝေမှုတွေအဖြစ် သတ်မှတ်ခံရပြီး တချို့က ဂုဏ်သတင်းနည်းနိုင်တယ်။
- ထိပ်တန်းဂျာနယ်တွေက ယေဘုယျအားဖြင့် တခြားဂျာနယ်တွေထက် ပိုတင်းကျပ်တဲ့ ပြန်လည်သုံးသပ်စံနှုန်းတွေ ရှိတယ်။

ကောင်းတဲ့သတင်း – ပြန်လည်သုံးသပ်သူတွေက စာမူတွေကို လက်မခံဘဲ ပယ်ချရတာကို မကြိုက်ကြဘူး။ သူတို့က စာရေးဆရာတွေကို စာမူကို ဘယ်လိုတိုးတက်အောင်လုပ်မလဲ ဒါမှမဟုတ် အနည်းဆုံး အယ်ဒီတာ့အာဘော်မူဝါဒနဲ့ ညီအောင်လုပ်ဖို့ အကြံဉာဏ်ပေးလေ့ရှိတယ်။

စာမူပယ်ချခံရတဲ့ အဓိကအကြောင်းရင်းများ

၁။ ညံ့ဖျင်းတဲ့ သိပ္ပံပညာ
၂။ ညံ့ဖျင်းတဲ့ အရေးအသား (မှားယွင်းတဲ့ သဒ္ဒါ၊ သဒ္ဒါဖွဲ့စည်းပုံနဲ့ လွဲမှားတဲ့ ကြေညာချက်တွေ)
၃။ အကြောင်းအရာက ပစ်မှတ်ပရိသတ်ဆီ ဦးတည်မထားခြင်း
၄။ အယ်ဒီတာ့အာဘော်မူဝါဒကို လိုက်နာမှုမရှိခြင်း
၅။ အကြောင်းအရာက ရှိပြီးသားအသိပညာကို ပံ့ပိုးမှုမရှိခြင်း
၆။ အကြောင်းအရာက ညံ့ဖျင်းစွာ စည်းရုံးထားခြင်း
၇။ စာပေပြန်လှန်လေ့လာမှုက မလုံလောက်ခြင်း ဒါမှမဟုတ် မပြည့်စုံခြင်း

အကြံပြုချက် – တစ်ခါတစ်ရံ စာရေးဆရာကို စာမူကြီးတစ်ခုကို စာမူငယ်နှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုတာခွဲဖို့ အကြံပြုခံရနိုင်တယ်။ ဒါမှ လေ့လာမှုရဲ့ကဏ္ဍအားလုံးကို သင့်တော်စွာ အာရုံစိုက်နိုင်မှာပါ။

၁၆.၅ နောက်ဆုံးမှတ်ချက်

ပျမ်းမျအားဖြင့် သိပ္ပံပညာရှင်တစ်ယောက်ဟာ သူ့ရဲ့သက်မွေးဝမ်းကျောင်းဘဝတစ်လျှောက်မှာ သိပ္ပံစာတမ်း ၆ ကနေ ၁၀ ပုဒ်အထိ ထုတ်ဝေတယ်လို့ ဆိုပါတယ်။

သင်ဟာ စူးစမ်းရှာဖွေသူအသစ် ဒါမှမဟုတ် အတွေ့အကြုံရှိတဲ့ သုတေသီတစ်ယောက်အနေနဲ့ –

- ပရောဂျက်တစ်ခုကို အောင်မြင်စွာ ပြီးမြောက်အောင်လုပ်ပြီး၊
- ရေးသားတင်ပြကာ၊
- ထုတ်ဝေနိုင်ရင်၊

ဒါဆိုရင် **သင်ဟာ တကယ်ကို ဂုဏ်ယူစရာ တစ်ခုခုကို အောင်မြင်ခဲ့တာပါ။**

သင်ဟာ သိပ္ပံပညာကို တိုးတက်စေတယ်၊ အသိပညာကို ထည့်ဝင်တယ်၊ ပြီးတော့ **ဘယ်သူမှ အရင်မလုပ်ဖူးတဲ့ ထူးခြားတဲ့အရာတစ်ခုကို လုပ်ခဲ့တယ်။**

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **စာမူကို အကြိမ်များစွာ ပြန်ဖတ်ပါ** – သိပ္ပံဆိုင်ရာ တိကျမှု၊ သဒ္ဒါ၊ နဲ့ အကြောင်းအရာကို စစ်ဆေးပါ။
- **လုပ်ဖော်ကိုင်ဖက်တွေနဲ့ ကြီးကြပ်ရေးဆရာကို ပြန်လည်သုံးသပ်ခိုင်းပါ** – လတ်ဆတ်တဲ့ မျက်လုံးတွေက အမှားတွေကို ဖမ်းမိနိုင်တယ်။
- **ပစ်မှတ်ဂျာနယ်ကို သေချာရွေးပါ** – အကြောင်းအရာက ဂျာနယ်ရဲ့စာဖတ်ပရိသတ်နဲ့ ကိုက်ညီကြောင်း သေချာပါစေ။
- **ဂျာနယ်ရဲ့ညွှန်ကြားချက်တွေကို လိုက်နာပါ** – စာလုံးရေကန့်သတ်ချက်၊ ကိုးကားပုံစံ၊ စာလုံးပုံစံ စတာတွေ။
- **ပြန်လည်သုံးသပ်သူတွေရဲ့မှတ်ချက်တွေကို လက်ခံပါ** – သူတို့က စာမူကို ပိုကောင်းအောင် ကူညီချင်ကြတယ်။
- **ထုတ်ဝေခြင်းက အောင်မြင်မှုတစ်ခုပါ** – သိပ္ပံပညာရှင်အများစုက သူတို့ရဲ့ ဘဝတစ်လျှောက်မှာ စာတမ်း ၆–၁၀ ပုဒ်ပဲ ထုတ်ဝေတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – စာမူတစ်ခုကို အောင်မြင်စွာ ထုတ်ဝေခြင်းက သိပ္ပံပညာကို တိုးတက်စေပြီး ကိုယ့်ရဲ့ပညာရပ်ဆိုင်ရာ အသက်မွေးဝမ်းကျောင်းအတွက် အရေးကြီးပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ ဒီဖြစ်စဉ်က စေ့စပ်သေချာတဲ့ ပြင်ဆင်မှု၊ ဂျာနယ်လိုအပ်ချက်တွေကို ဂရုတစိုက်လိုက်နာမှု၊ နဲ့ ပြန်လည်သုံးသပ်သူတွေရဲ့အကြံပြုချက်တွေကို လက်ခံလိုစိတ် လိုအပ်ပါတယ်။

အခန်း (၁၇) – အခြေခံစာရင်းအင်း (Basic Statistics)

Mark Twain က Benjamin Disraeli ပြောတယ်လို့ ဆိုထားတဲ့ စကားတစ်ခွန်းရှိတယ်
– **"လိမ်ညာမှုသုံးမျိုးရှိတယ် – လိမ်ညာမှု၊ ပြင်းထန်တဲ့လိမ်ညာမှု၊ နဲ့ စာရင်းအင်း!"**

ဒါပေမဲ့ စာရင်းအင်းနဲ့ ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ ပြဿနာတွေက စာရင်းအင်းကိုယ်တိုင်မှာမဟုတ်ဘဲ သူတို့ကို **ဘယ်လိုအနက်ဖွင့်ဆိုသလဲ** ဆိုတာမှာပါ။ Benjamin Franklin က **"အမှန်တရားတစ်ဝက်က မကြာခဏ လိမ်ညာမှုကြီးတစ်ခုပါ"** လို့ ဆိုခဲ့တယ်။

သုတေသီတစ်ယောက်က စာရင်းအင်းအကြောင်း ဘယ်လိုခံစားရခံစားရ၊ တင်ပြထားတဲ့ဒေတာတွေကို စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မပြုလုပ်ထားရင် လက်ခံနိုင်တဲ့ စာတမ်းတစ်ခုကို ရေးဖို့၊ ဂုဏ်သတင်းကောင်းတဲ့ ဂျာနယ်တစ်ခုမှာ စာတမ်းထုတ်ဝေဖို့ဆိုတာ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ။

အရေးကြီးတဲ့မှတ်ချက် – အဖြေက သိသာပြီးသားမှသာ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု မလုပ်သင့်ဘူးလို့ ဆိုနိုင်ပေမဲ့ ဒီစကားမှာ အမှန်အတိုင်းပါပဲ။ သိပ်အဆင့်မြင့်တဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကိရိယာတွေကို သုံးပြီး ဒေတာနှစ်စု ဒါမှမဟုတ် ဒေတာအများအပြားမှာ သေးငယ်တဲ့ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ကို သက်သေပြတဲ့ စာမူတွေကို သတိထားသင့်တယ်။

၁၇.၁ စာရင်းအင်းနှင့် စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု

စာရင်းအင်း (Statistic) ဆိုတာ သတင်းအချက်အလက်တစ်ခုတည်းပါ။
"စာရင်းအင်း (statistics)" လို့ သာမာန်အားဖြင့် ခေါ်တဲ့အရာက တကယ်တော့ ဒေတာတွေကို လေ့လာတဲ့ သိပ္ပံပညာပါ။ ဒီအတွက် မှန်ကန်တဲ့ ဝေါဟာရက **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု (statistical analysis)** ပါ။

စာရင်းအင်းဒေတာနဲ့ သူတို့ရဲ့ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက ငါတို့ရဲ့ဘဝအတွက် အဓိကကျတယ် – အာမခံ၊ ပညာရေး၊ ရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှု၊ ကျန်းမာရေးစောင့်ရှောက်မှု၊ ကုန်ထုတ်လုပ်မှု၊ စစ်ရေးအသုံးစရိတ် စတဲ့ ဆုံးဖြတ်ချက်တွေ အများအပြားကို သက်ရောက်တယ်။

စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုရဲ့ လုပ်ဆောင်ချက်နဲ့ ရည်ရွယ်ချက် – ဖြစ်ပျက်ခဲ့တာတွေ (ဖြစ်ရပ်တွေ) ကို ကြည့်ပြီး အောက်ပါမေးခွန်းတွေကို မေးခြင်းအားဖြင့် ကမောက်ကမဖြစ်တဲ့ကမ္ဘာကို အစီအစဉ်ကျကျဖြစ်အောင် လုပ်ဖို့ပါ –

- ဒီဖြစ်ရပ်က မတော်တဆ ဒါမှမဟုတ် အခွင့်အလမ်းကြောင့် ဖြစ်တာလား။
- လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ သက်ရောက်မှုက တကယ်လား။
- လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ သက်ရောက်မှု ဒါမှမဟုတ် တုံ့ပြန်မှုက တိုက်ဆိုင်မှုလား။
- အခြေအနေတွေ အတူတူဆိုရင် ဒီဖြစ်ရပ် ထပ်ဖြစ်နိုင်ခြေ ဘယ်လောက်ရှိလဲ။

တစ်နည်းအားဖြင့် **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက အတိတ်ကိုကြည့်ပြီး အနာဂတ်ကို ခန့်မှန်းတယ်။**

၁၇.၂ လူဦးရေနှင့် နမူနာများ (Populations and Samples)

လူအုပ်စုတစ်ခုအကြောင်း ဒေတာတွေ စုဆောင်းတဲ့အခါ (ဥပမာ – လူတွေရဲ့ အရပ်၊ အလေးချိန်၊ ဒါမှမဟုတ် IQ၊ ဒါမှမဟုတ် ထုတ်ကုန်တွေရဲ့အတိုင်းအတာ၊ မာကျောမှု၊ ဒါမှမဟုတ် တခြားသတ်မှတ်ချက်တွေ) –

အုပ်စုတစ်ခုလုံးကို အကဲဖြတ်ဖို့ဆိုတာ မဖြစ်နိုင်သလောက်ပါ၊ အထူးသဖြင့် အုပ်စုတွေ ကြီးတဲ့အခါမျိုးမှာပါ။

ဒါကြောင့် ကုန်ထုတ်လုပ်မှုတစ်ရက်လုံးကနေ ပြုပြင်ထားတဲ့ ပစ္စည်းတွေအားလုံးရဲ့ဆန့်နိုင်အား (tensile strength) ကို တိုင်းတာမယ့်အစား (ဒါက **လူဦးရေ (population)** တစ်ခုလုံးကို တိုင်းတာတာ) –

နမူနာ (sample) တစ်ခုကို စစ်ဆေးတယ်။ နမူနာက လူဦးရေကို ကိုယ်စားပြုရင် နမူနာဒေတာကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်းက လူဦးရေတစ်ခုလုံးအကြောင်း ကောက်ချက်ဆွဲဖို့ ခွင့်ပြုတယ်။
ဒါကို **inductive statistics** ဒါမှမဟုတ် **statistical inference** လို့ ခေါ်တယ်။

ဒါပေမဲ့ ကောက်ချက်တွေကို လုံးဝသေချာမှန်ကန်တယ်လို့ မပြောနိုင်လို့ အဆိုပါ ကောက်ချက်တွေကို **ဖြစ်နိုင်ခြေ (probability)** နဲ့ ဖော်ပြလေ့ရှိတယ်။

နမူနာဒေတာကို ပိုကြီးတဲ့အုပ်စု (လူဦးရေ) အကြောင်း ကောက်ချက်ဆွဲဖို့ မသုံးဘူးဆိုရင် စုဆောင်းထားတဲ့ဒေတာကို **descriptive statistics** လို့ ခေါ်တယ်။

၁၇.၃ ကိန်းရှင်များ (Variables)

- **ကိန်းရှင် (Variable)** – ဒေတာအစုတစ်ခုအတွင်းက မည်သည့်တန်ဖိုးကိုမဆို ယူနိုင်တယ်။
- **ကိန်းသေ (Constant)** – တန်ဖိုးတစ်ခုတည်းပဲ ရှိနိုင်တယ်။

အဆက်မပြတ်ကိန်းရှင် (Continuous variable) – အတိုင်းအတာတစ်ခုအတွင်း မည်သည့်တန်ဖိုးကိုမဆို ယူနိုင်တယ် (ဥပမာ – အလေးချိန်က ၄၀၊ ၄၅.၂၊ ၄၈.၉ ကီလိုဂရမ် စသဖြင့်)။

သီးခြားကိန်းရှင် (Discrete variable) – သတ်မှတ်ထားတဲ့ တန်ဖိုးတစ်ခုရှိတယ် (ဥပမာ – လူနာတစ်ယောက်မှာ သွား ၁၅၊ ၁၈၊ ဒါမှမဟုတ် ၃၂ ပေါက်ရှိနိုင်ပေမဲ့ ၂၀.၅ ပေါက် ဒါမှမဟုတ် ၃၀ ၁/၄ ပေါက် မရှိဘူး)။

၁၇.၄ ဒေတာကို အဝိုင်းသတ်ခြင်းနဲ့ သိသာထင်ရှားတဲ့ ဂဏန်းများ (Rounding and Significant Figures)

အဝိုင်းသတ်ခြင်း စည်းမျဉ်း – ဒဿမပါတဲ့ ဂဏန်းတွေကို –

- ၅ ရဲ့ရှေ့က ဂဏန်းက အုပ်စုတူဖြစ်ရင် အုပ်စုတူဂဏန်းဆီ အဝိုင်းသတ်တယ် (ဥပမာ – ၄၅.၂၇၅ → ၄၅.၂၈)။

- ၆ ရဲ့ရှေ့က ဂဏန်းက အုပ်စုတူဖြစ်ရင် အုပ်စုတူဂဏန်းဆီ အဝိုင်းသတ်တယ် (ဥပမာ – ၄၇.၃၈၆ → ၄၇.၃၉)။

ဒါက တွက်ချက်မှုများစွာ လုပ်ရရင် အဝိုင်းသတ်ခြင်းအမှားတွေ စုပုံလာတာကို နည်းစေတယ်။

သိသာထင်ရှားတဲ့ ဂဏန်းများ (Significant Figures) စည်းမျဉ်း –

တွက်ချက်မှုတစ်ခုရဲ့ ရလဒ်က သိသာထင်ရှားတဲ့ ဂဏန်းအနည်းဆုံးရှိတဲ့ ဂဏန်းထက် ပိုပြီး သိသာထင်ရှားတဲ့ ဂဏန်းတွေ မရှိသင့်ဘူး။

ဥပမာ –

- ၄၇.၃၂ × ၂၉.၃၇ = ၁၃၈၉.၇၈၄ → ၁၃၈၉.၇၉ (ဒဿမ ၂ နေရာ)
- ၄၇.၃၂ × ၂၉.၃ = ၁၃၈၆.၄၇၆ → ၁၃၈၆.၅ (ဒဿမ ၁ နေရာ)

ဒေတာတွေကို ဒဿမ ၁ နေရာအထိ တိုင်းတာထားရင် (ဥပမာ – ±၀.၁ မီလီမီတာ) ဒေတာတွေကို ဒဿမ ၁ နေရာထက်ပိုပြီး ဖော်ပြတာက မှားယွင်းပါတယ်။

၁၇.၅ Microsoft Excel အတွက် Analysis ToolPak ကို တပ်ဆင်ခြင်းနဲ့ အသုံးပြုခြင်း

စာအုပ်ရဲ့ဒီအပိုင်းမှာ ဖော်ပြထားတဲ့ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေကို လုပ်ဆောင်ဖို့ Microsoft Excel မှာ **Analysis ToolPak** ကို တပ်ဆင်ထားဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

တပ်ဆင်နည်း –

၁။ Tools menu → Add-Ins ကို နှိပ်ပါ။

၂။ Add-Ins စာရင်းထဲမှာ Analysis ToolPak ကို အမှန်ခြစ် မထားရင် အမှန်ခြစ်ထားပြီး OK နှိပ်ပါ။

သုံးနည်း –

၁။ Tools menu → Data Analysis ကို နှိပ်ပါ။

၂။ Data Analysis dialog box ထဲမှာ သုံးချင်တဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကိရိယာရဲ့ အမည်ကို နှိပ်ပြီး OK နှိပ်ပါ။

၃။ ရွေးချယ်ထားတဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကိရိယာအတွက် dialog box မှာ လိုချင်တဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုရွေးချယ်စရာတွေကို သတ်မှတ်ပါ။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက မဖြစ်မနေလိုအပ်တယ်** – ဂုဏ်သတင်းကောင်းတဲ့ ဂျာနယ်မှာ ထုတ်ဝေဖို့နဲ့ လက်ခံနိုင်တဲ့ စာတမ်းရေးဖို့။
- **စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက အတိတ်ကိုကြည့်ပြီး အနာဂတ်ကို ခန့်မှန်းတယ်** – ဖြစ်ရပ်တွေက မတော်တဆလား၊ တိုက်ဆိုင်မှုလား၊ ဒါမှမဟုတ် တကယ်လားဆိုတာ ဆုံးဖြတ်တယ်။
- **လူဦးရေ (Population)** vs **နမူနာ (Sample)** – နမူနာဒေတာက လူဦးရေတစ်ခုလုံးအကြောင်း ကောက်ချက်ဆွဲဖို့ သုံးတယ်။
- **ကိန်းရှင်အမျိုးအစားများ** – အဆက်မပြတ် (ဥပမာ – အလေးချိန်) နဲ့ သီးခြား (ဥပမာ – သွားအရေအတွက်)။
- **အဝိုင်းသတ်ခြင်းနဲ့ သိသာထင်ရှားတဲ့ ဂဏန်းများ** – တိုင်းတာမှုတိကျမှုထက် ပိုပြီး ဒဿမနေရာတွေ မဖော်ပြပါနဲ့။
- **Excel ရဲ့ Analysis ToolPak ကို သုံးပါ** – ဒါက စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေကို အများကြီး ရိုးရှင်းစေတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – စာရင်းအင်းဆိုတာ သုတေသနအတွက် ကိရိယာတစ်ခုပါ၊ ပန်းတိုင်မဟုတ်ဘူး။ ရည်ရွယ်ချက်က သုတေသနမေးခွန်းတွေကို ဖြေဖို့ပါ။ သိပ်အဆင့်မြင့်တဲ့ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေက သုတေသနရဲ့တကယ့်ဇီဝဗေဒ ဒါမှမဟုတ် လက်တွေ့အရေးပါမှုကို ဖုံးကွယ်မသွားစေနဲ့။

အခန်း (၁၈) – ဒေတာနှင့် ဒေတာဖြန့်ဖြူးမှုများ (Data and Data Distributions)

စုဆောင်းထားတဲ့ ဒေတာတွေကို စနစ်တကျ မစီစဉ်ရသေးရင် **ဒေတာအစိမ်း (raw data)** လို့ ခေါ်ပါတယ်။ ဒီလိုဒေတာတွေက အကဲဖြတ်ဖို့နဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ ခက်ခဲပါတယ်။

၁၈.၁ ဒေတာအစီအစဉ် (Array)

ဂဏန်းတွဲတစ်ခုကို **အစဉ်လိုက် (အတက်အဆင်း)** စီစဉ်တဲ့အခါ၊ ဒါမှမဟုတ် အမည်တွေကို ဗျည်းအစဉ်လိုက် စီစဉ်တဲ့အခါ စီစဉ်ထားတဲ့ဒေတာကို **ဒေတာအစီအစဉ် (array)** လို့ ခေါ်တယ်။

ဒေတာကို စီစဉ်ခြင်းက Excel မှာ သုံးလို့ရတဲ့ ကိရိယာတွေထဲက တစ်ခုပါ။

ဥပမာ –

ဒေတာအစိမ်း (Raw Data)	ဒေတာအစီအစဉ် (Data Array)
47	36
36	43
43	46
47	47
36	47
47	61
61	62
62	63
63	67
67	71
71	86
86	96
96	98

၁၈.၂ ဖော်ပြချက်စာရင်းအင်း (Descriptive Statistics)

Excel က ဒေတာတွေကနေ ဖော်ပြချက်စာရင်းအင်း အများအပြားကို ဆုံးဖြတ်နိုင်တယ်။ ဒေတာကို မီးမောင်းထိုးပြီး **Tools → Data Analysis** အောက်က အချက်ပြချက်တွေကို လိုက်နာပါ။

စာရင်းအင်း	တန်ဖိုး
Mean (ပျမ်းမျှ)	63.77
Standard Error (စံအမှား)	5.62
Median (အလယ်ဗဟို)	62
Mode (အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး)	47
Standard Deviation (စံသွေဖည်မှု)	20.28
Sample Variance (နမူနာကွဲလွဲမှု)	411.19
Kurtosis (ထိပ်ချွန်မှု)	-0.87
Skewness (စောင်းညွတ်မှု)	0.48
Range (အတိုင်းအတာ)	62
Minimum (အနိမ့်ဆုံး)	36
Maximum (အမြင့်ဆုံး)	98
Sum (ပေါင်းလဒ်)	829
Count (အရေအတွက်)	13

မှတ်ချက် – ဒီစာရင်းအင်းတွေရဲ့ အဓိပ္ပါယ်နဲ့ အရေးပါမှုကို နောက်အခန်းတွေမှာ ဆွေးနွေးပါမယ်။

၁၈.၃ အတိုင်းအတာ (Range)

ဒေတာအစီအစဉ်တစ်ခုအတွက် အနိမ့်ဆုံးနဲ့ အမြင့်ဆုံးတန်ဖိုးကြား ကွာခြားချက်ကို **အတိုင်းအတာ (range)** လို့ ခေါ်တယ်။

ဥပမာ – အထက်ပါဒေတာအတွက် range = 98 − 36 = 62

၁၈.၄ ကြိမ်နှုန်း (Frequency)

ဒေတာအစီအစဉ် သို့မဟုတ် ဂဏန်းတွဲတစ်ခုမှာ ဂဏန်းတစ်ခု ပေါ်လာတဲ့ အကြိမ်အရေအတွက်ကို **ကြိမ်နှုန်း (frequency)** လို့ ခေါ်တယ်။

၁၈.၅ အုပ်စုဖွဲ့ထားသော ဒေတာ (Grouped Data)

ဒေတာအများအပြားကို အကျဉ်းချုပ်တဲ့အခါ ဒေတာတွေကို **အတန်းအစားများ (classes)** သို့မဟုတ် **အမျိုးအစားများ (categories)** အဖြစ် ထားပြီး အတန်းတစ်ခုစီအတွင်းက အရာဝတ္ထုအရေအတွက်ကို ဆုံးဖြတ်တာက အသုံးဝင်ပါတယ်။

ဥပမာ – လူတစ်စုရဲ့ အလေးချိန်ကို တိုင်းတာတဲ့အခါ ဒေတာတွေကို အုပ်စုများအဖြစ် ခွဲခြားနိုင်ပါတယ်။

အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်)	ကြိမ်နှုန်း (လူဦးရေ)	အတန်းအမှတ်
45–49	3	47
50–54	7	52
55–59	10	57
60–64	17	62
65–69	11	67
70–74	6	72
75–79	4	77

အတန်းအမှတ် (Class Mark) – အတန်းကွာဟချက်ရဲ့ အလယ်မှတ်ပါ (ဥပမာ – ၄၅–၄၉ အတန်းအတွက် အလယ်မှတ်က ၄၇)။

အုပ်စုဖွဲ့ထားတဲ့ ဒေတာအားလုံးကို သူတို့ရဲ့ အတန်းအမှတ်တွေနဲ့ ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ ဒါက တွက်ချက်မှုတွေကို ရိုးရှင်းစေပြီး သန်းခေါင်စာရင်းကျ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက အုပ်စုဖွဲ့ခြင်းအမှားတွေ (grouping errors) အတွက် ပြင်ဆင်ပေးနိုင်ပါတယ်။

၁၈.၆ ကြိမ်နှုန်းဇယားကွက် (Histogram)

ဒေတာတွေကို **ကြိမ်နှုန်းဇယားကွက် (histogram)** အဖြစ် ပုံဖော်ခြင်းက အလေးချိန်တွေရဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ပြနိုင်ပါတယ်။

ဥပမာ – အထက်ပါဒေတာအတွက် histogram က အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်မယ် –

- X-axis (အလျားလိုက်) – အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်) – 47, 52, 57, 62, 67, 72, 77
- Y-axis (ဒေါင်လိုက်) – ကြိမ်နှုန်း (လူဦးရေ) – 3, 7, 10, 17, 11, 6, 4

ဒေတာတွေက **အလေးချိန် ၆၂ ကီလိုဂရမ်** ဝန်းကျင်မှာ အချိုးကျနေတယ်ဆိုတာ မြင်ရပါတယ်။ ဒီဗဟိုတန်ဖိုး (၆၂ ကီလိုဂရမ်) က ဒေတာအစုရဲ့ ပျမ်းမျှ (average) သို့မဟုတ် ပျမ်းမျှတန်ဖိုး (mean) ပါ။

ဒေတာတွေကို မျဉ်းကွေးတစ်ခုအဖြစ် ပုံဖော်ရင် (ကြိမ်နှုန်းမျဉ်းကွေး – frequency curve) အလေးချိန် ၆၂ ကီလိုဂရမ်ဝန်းကျင်မှာ အချိုးကျကြောင်း ပိုရှင်းရှင်းလင်းလင်း မြင်ရပါတယ်။

၁၈.၇ ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (The Normal Curve)

အချိုးကျတဲ့ (သို့မဟုတ် ခေါင်းလောင်းပုံ) ကြိမ်နှုန်းမျဉ်းကွေးရဲ့ အရေးအကြီးဆုံး ဥပမာက **ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (normal curve)** ပါ။

ဒီမျဉ်းကွေးက **ဖြစ်နိုင်ခြေဖြန့်ဖြူးမှုများ (probability distributions)** အတွက် အရေးပါပြီး နောက်အခန်းတွေမှာ ဆွေးနွေးပါမယ်။

ဒီအခန်းရဲ့ အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ဒေတာအစိမ်း (Raw Data)** – စီစဉ်မထားတဲ့ ဒေတာ – ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ ခက်တယ်။
- **ဒေတာအစီအစဉ် (Array)** – စီစဉ်ထားတဲ့ ဒေတာ (အတက်အဆင်း ဒါမှမဟုတ် ဗျည်းအစဉ်လိုက်)။
- **အတိုင်းအတာ (Range)** – အမြင့်ဆုံးနဲ့ အနိမ့်ဆုံးကြား ကွာခြားချက်။
- **ကြိမ်နှုန်း (Frequency)** – ဂဏန်းတစ်ခု ပေါ်လာတဲ့ အကြိမ်အရေအတွက်။
- **အုပ်စုဖွဲ့ထားသော ဒေတာ (Grouped Data)** – ဒေတာတွေကို အတန်းအစားတွေအဖြစ် စုစည်းပြီး ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း။
- **ကြိမ်နှုန်းဇယားကွက် (Histogram)** – ဒေတာဖြန့်ဖြူးမှုကို မြင်သာအောင် ပုံဖော်ခြင်း။
- **ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (Normal Curve)** – အချိုးကျတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုအတွက် အရေးအကြီးဆုံး မျဉ်းကွေး။

အဓိကသတိရစရာ – ဒေတာတွေကို စနစ်တကျစီစဉ်ခြင်းနဲ့ အုပ်စုဖွဲ့ခြင်းက ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ ပြင်ဆင်တဲ့ ပထမအဆင့်ပါ။ ဒေတာတွေကို စီစဉ်ပြီး ပုံဖော်ခြင်းက ပုံစံတွေ (patterns) ကို မြင်စေပြီး နောက်ထပ် စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတွေအတွက် လမ်းညွှန်ပေးပါတယ်။

အခန်း (၁၉) – ပျမ်းမျှများ (ဗဟိုသဘောထားတိုင်းတာမှုများ) [Averages (Measures of Central Tendency)]

ပျမ်းမျှ (Average) ဆိုတာ ဒေတာအစုတစ်ခုရဲ့ ပုံမှန် သို့မဟုတ် ကိုယ်စားပြုတန်ဖိုးပါ။ ဂဏန်းဒေတာအစုတစ်ခုအတွက် ပုံမှန်တန်ဖိုးတွေဟာ များသောအားဖြင့် အစုရဲ့အလယ်မှာ တည်ရှိတာမို့ ပျမ်းမျှတွေကို **ဗဟိုသဘောထားတိုင်းတာမှုများ (measures of central tendency)** လို့ ခေါ်ပါတယ်။

ပျမ်းမျှ အမျိုးအစားများစွာ ရှိပြီး အသုံးအများဆုံးက **ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှ (arithmetic mean)** ဖြစ်ပြီး သင်္ကေတအားဖြင့် $\bar{x}$ (x-bar) လို့ ရေးပါတယ်။ တခြားပျမ်းမျှတွေကတော့ –

- **Median (အလယ်ဗဟို)**
- **Mode (အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး)**
- **Geometric Mean (ဂျီသြမေတြီပျမ်းမျှ)**
- **Harmonic Mean (ဟာမိုနစ်ပျမ်းမျှ)**

ဒီပျမ်းမျှတစ်ခုစီမှာ စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုမှာ သီးခြားရည်ရွယ်ချက်တစ်ခုစီ ရှိပါတယ်။

၁၉.၁ ပျမ်းမျှအမျိုးအစားများ

ပျမ်းမျှအမျိုးအစား	အဓိပ္ပါယ်
Arithmetic Mean (ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှ)	မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း တိုးလာတဲ့ တန်ဖိုးတွေ ဒါမှမဟုတ် လေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေရဲ့ကိုယ်စားပြုတန်ဖိုး
Median (အလယ်ဗဟို)	တန်ဖိုးတွဲတစ်ခုရဲ့အလယ်ဗဟိုတန်ဖိုး
Mode (အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး)	တန်ဖိုးတွဲတစ်ခုမှာ အကြိမ်အများဆုံး ပေါ်ပေါက်တဲ့ တန်ဖိုး

Geometric Mean (ဂျီသြမေတြီပျမ်းမျှ)	ပျမ်းမျှတိုးတက်နှုန်းတွေ (ဥပမာ – လူဦးရေတိုးတက်မှု) ဒါမှမဟုတ် ကွဲပြားတဲ့အတိုးနှုန်းတွေအတွက် စုပေါင်းအတိုးနှုန်းကို တွက်ချက်ဖို့ သုံးတယ်
Harmonic Mean (ဟာမိုနစ်ပျမ်းမျှ)	ပြောင်းလဲနေတဲ့ နှုန်းတွေရဲ့ ပျမ်းမျှကို တွက်ချက်ဖို့ သုံးတယ်

၁၉.၂ ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှ၊ အလယ်ဗဟို၊ နဲ့ အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး

ဥပမာ – လူငါးယောက်ရဲ့ အပတ်စဉ်ဝင်ငွေတွေက – $100, $100, $200, $400, $2,000

ပျမ်းမျှအမျိုးအစား	တန်ဖိုး	အဓိပ္ပါယ်
Mean (ပျမ်းမျှ)	$560	ပျမ်းမျှဝင်ငွေ
Median (အလယ်ဗဟို)	$200	အလယ်ဗဟိုဝင်ငွေ
Mode (အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး)	$100	အသုံးအများဆုံးဝင်ငွေ

ဒီဥပမာမှာ ပျမ်းမျှသုံးမျိုးလုံးက ဒေတာတွေကို ကျေနပ်လောက်အောင် မဖော်ပြနိုင်ဘူးဆိုတာ ထင်ရှားပါတယ်။ ဒါကြောင့် **စံသွေဖည်မှု (standard deviation)** နဲ့ **စံအမှား (standard error)** လိုမျိုး တခြားစာရင်းအင်းတွေ တွက်ချက်ဖို့ လိုအပ်လာတယ်။ ဒါတွေကို နောက်အခန်းတွေမှာ ဆွေးနွေးပါမယ်။

Excel သုံးပြီး ဖော်ပြချက်စာရင်းအင်းတွေ တွက်ချက်ခြင်း –

ဝင်ငွေများ
$100
$100
$200
$400
$2,000

စာရင်းအင်း	တန်ဖိုး
Mean	$560
Standard Error	$364
Median	$200
Mode	$100
Standard Deviation	$814
Sample Variance	$663,000
Range	$1,900
Minimum	$100
Maximum	$2,000
Sum	$2,800
Count	5

၁၉.၃ ဂျီသြမေတြီပျမ်းမျှနှင့် ဟာမိုနစ်ပျမ်းမျှ

ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှ (Arithmetic Mean) က ဒေတာတွေ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း တိုးလာတယ်လို့ ယူဆတယ်။ ဒါက လူတွေရဲ့အရပ်၊ အလေးချိန်၊ နဲ့ IQ တွေကို တိုင်းတာတဲ့အခါ ယူဆလို့ရပေမဲ့ လူဦးရေတိုးတက်မှုလိုမျိုး ထပ်ကိန်းနှုန်းအတိုင်း တိုးလာတဲ့အခါ ဒီယူဆချက် မမှန်ပါဘူး။

(၁) Geometric Mean (ဂျီသြမေတြီပျမ်းမျှ)

ဥပမာ – ၁၉၆၀ မှာ လူဦးရေ ၂၅၀,၀၀၀ ရှိပြီး ၁၉၇၀ မှာ ၆၅၅,၀၀၀ ဖြစ်သွားတယ်ဆိုရင် –

- **Arithmetic Mean** = (250,000 + 655,000) / 2 = **452,500**
- **Geometric Mean** = √(250,000 × 655,000) = **404,660**

လူဦးရေက ဂျီသြမေတြီအတိုင်း တိုးတက်တာမို့ ၁၉၆၅ ခုနှစ်မှာ တကယ့်လူဦးရေက ၄၀၄,၆၆၀ ဖြစ်ပြီး ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှ (၄၅၂,၅၀၀) ထက် သိသိသာသာ နည်းတယ်။

Excel မှာ Geometric Mean တွက်နည်း –

=GEOMEAN(B2:B3)

(B2 = 250,000, B3 = 655,000)

(၂) Harmonic Mean (ဟာမိုနစ်ပျမ်းမျှ)

ဆဲလ်ပွားနှုန်းလိုမျိုး အချိန်နဲ့အမျှ ပြောင်းလဲနေတဲ့ နှုန်းတွေရဲ့ ပျမ်းမျှကို တွက်ချင်တဲ့အခါ –

ဥပမာ – 10, 20, 30, 40 ဆိုတဲ့ ဆဲလ်ပွားနှုန်းတွေအတွက် –

- **Arithmetic Mean** = (10+20+30+40)/4 = **25**
- **Harmonic Mean** = 4 / (1/10 + 1/20 + 1/30 + 1/40) = **19.2**

ကွာခြားချက်က ဆဲလ်ပွားနှုန်းက တစ်မိနစ်နဲ့တစ်မိနစ် ပြောင်းလဲနေတယ်ဆိုတဲ့ အချက်ကို ဂဏန်းသင်္ချာပျမ်းမျှက လျစ်လျူရှုထားလို့ပါ။

Excel မှာ Harmonic Mean တွက်နည်း –

=HARMEAN(B2:B5)

(B2:B5 မှာ 10, 20, 30, 40 ရှိတယ်ဆိုရင်)

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ပျမ်းမျှဆိုတာ** – ဒေတာအစုတစ်ခုရဲ့ ကိုယ်စားပြုတန်ဖိုး။
- **ပျမ်းမျှအမျိုးအစားငါးမျိုး** – Mean, Median, Mode, Geometric Mean, Harmonic Mean – တစ်ခုချင်းစီမှာ သီးခြားအသုံးပြုပုံရှိတယ်။
- **Mean** – သာမာန်ပျမ်းမျှ – ဒေတာတွေ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း တိုးလာတဲ့အခါ သုံးတယ်။
- **Median** – အလယ်ဗဟိုတန်ဖိုး – ဒေတာတွေမှာ ထူးခြားတဲ့တန်ဖိုးတွေ (outliers) ရှိရင် ပိုကောင်းတယ်။
- **Mode** – အကြိမ်အများဆုံး ပေါ်တဲ့တန်ဖိုး – အမျိုးအစားခွဲထားတဲ့ ဒေတာအတွက် အသုံးဝင်တယ်။

- **Geometric Mean** – ထပ်ကိန်းတိုးတက်မှု (ဥပမာ – လူဦးရေ၊ ဘက်တီးရီးယား) အတွက် သုံးတယ်။
- **Harmonic Mean** – ပြောင်းလဲနေတဲ့ နှုန်းတွေအတွက် သုံးတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – ပျမ်းမျအမျိုးအစားကို ရွေးတဲ့အခါ ဒေတာရဲ့သဘောသဘာဝနဲ့ ကိုယ်ဖြေချင်တဲ့ မေးခွန်းကို စဉ်းစားပါ။ မှားယွင်းတဲ့ ပျမ်းမျကို ရွေးခြင်းက လွဲမှားတဲ့ ကောက်ချက်တွေကို ဖြစ်စေနိုင်တယ်။

အခန်း (၂၀) – ကွဲပြားမှုတိုင်းတာမှုများ (Measures of Dispersion)

ဂဏန်းဒေတာတွေရဲ့ **ကွဲပြားမှု သို့မဟုတ် အကွဲကွဲအပြားပြားဖြစ်မှု (variation or dispersion)** က ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတစ်ဝိုက်မှာ ဒေတာတွေ ဘယ်လောက်ပြန့်ကျဲနေတယ်ဆိုတာကို ဖော်ပြတယ်။

ကွဲပြားမှုကို တိုင်းတာတဲ့ သာမာန်နည်းလမ်းတွေက –

- **Range (အတိုင်းအတာ)**
- **Standard Deviation (စံသွေဖည်မှု)**

တခြားနည်းလမ်းတွေလည်း ရှိတယ် (ဥပမာ – mean deviation, semi-interquartile range, 10-90 percentile range) ဒါပေမဲ့ **စံသွေဖည်မှု (standard deviation)** က အသုံးအများဆုံးပါ။

၂၀.၁ အတိုင်းအတာ (Range)

ဂဏန်းတွဲတစ်ခုရဲ့ **အတိုင်းအတာ (range)** ဆိုတာ အမြင့်ဆုံးနဲ့ အနိမ့်ဆုံးဂဏန်းကြား ကွာခြားချက်ပါ။

ဥပမာ – 2, 4, 4, 7, 7, 7, 10, 11, 12, 14 ဆိုတဲ့ ဂဏန်းတွဲအတွက် –

Range = 14 − 2 = **12**

ဒါမှမဟုတ် "2 to 14" သို့မဟုတ် "2–14" လို့လည်း ဖော်ပြနိုင်တယ်။

၂၀.၂ စံသွေဖည်မှု (Standard Deviation)

စံသွေဖည်မှု (Standard Deviation) ကို –

- နမူနာ (sample) အတွက် s လို့ သင်္ကေတပြတယ်။
- လူဦးရေ (population) အတွက် σ (sigma) လို့ သင်္ကေတပြတယ်။

ဒါက ပျမ်းမျှတန်ဖိုး $\bar{x}$ တစ်ဝိုက်မှာ ဒေတာတွေရဲ့ ကွဲပြားမှု သို့မဟုတ် အကွဲကွဲအပြားပြားဖြစ်မှုကို တိုင်းတာတယ်။

- **စံသွေဖည်မှုနည်းတယ်** (s တန်ဖိုးငယ်) → ဒေတာအမှတ်တွေက ပျမ်းမျှနဲ့ နီးတယ်။
- **စံသွေဖည်မှုမြင့်တယ်** (s တန်ဖိုးကြီး) → ဒေတာအမှတ်တွေက ပျမ်းမျှတစ်ဝိုက်မှာ ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် ကွဲပြားနေတယ်။

ခြွင်းချက် – ဒေတာတွေ bimodal distribution (ထိပ်နှစ်ခုပါတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှု) ဖြစ်နေရင် စံသွေဖည်မှုက မြင့်နေပေမဲ့ ဒေတာတွေ တကယ်ပြန့်ကျဲမနေဘူး – ဒီလိုအခါမျိုးမှာ စံသွေဖည်မှုက ဆီလျော်တဲ့ တိုင်းတာမှု မဟုတ်နိုင်ဘူး။

စံသွေဖည်မှုကို ဒေတာတွေနဲ့ တူညီတဲ့ ယူနစ်နဲ့ ဖော်ပြတယ်။

စံသွေဖည်မှုရဲ့ သင်္ချာဆိုင်ရာ အဓိပ္ပါယ်

စံသွေဖည်မှုဆိုတာ ဒေတာအမှတ်တစ်ခုစီနဲ့ ပျမ်းမျှကြား ကွာခြားချက်တွေရဲ့ နှစ်ထပ်ကိန်းတွေရဲ့ ပျမ်းမျှရဲ့ နှစ်ထပ်ကိန်းရင်းပါ။

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{N}}$$

ဒါပေမဲ့ – ကံကောင်းတာက Excel မှာ built-in subroutine ပါတယ်။ ဒေတာတွေကို စာရင်းဇယားထဲ ထည့်ပြီး ပျမ်းမျှနဲ့ စံသွေဖည်မှုကို ချက်ချင်းတွက်လို့ရတယ်။

Excel မှာ –

text

=AVERAGE(B1:B10) (ပျမ်းမျှအတွက်)

=STDEV(B1:B10) (စံသွေဖည်မှုအတွက်)

၂၀.၃ စံသွေဖည်မှုရဲ့ အဓိပ္ပါယ်

စံသွေဖည်မှုက စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ ကောက်ချက်တွေမှာ **ယုံကြည်မှု (confidence)** ကိုလည်း တိုင်းတာတယ်။

- မဲရလဒ်တွေမှာ "margin of error" က စံသွေဖည်မှုရဲ့ နှစ်ဆခန့်ပါ။
- ဘဏ္ဍာရေးမှာ ရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှုရဲ့ပြန်အမ်းနှုန်းမှာ စံသွေဖည်မှုက **စွန့်စားမှု (risk)** ကို တိုင်းတာတယ်။
- သိပ္ပံသုတေသနမှာ ပျမ်းမျှကနေ စံသွေဖည်မှု နှစ်ဆ ဒါမှမဟုတ် နှစ်ဆထက်ပိုပြီး ကွဲပြားတဲ့ သက်ရောက်မှုတွေကိုပဲ **စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတယ်** လို့ သတ်မှတ်တယ်။

၂၀.၄ ကွဲပြားမှုကိန်းဂဏန်း (Coefficient of Variation – CoV)

စံသွေဖည်မှုတွေက သူတို့ရဲ့ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတစ်ဝိုက်မှာ ဒေတာတွေရဲ့ကွဲပြားမှုကို ဖော်ပြတယ်။ ဒါပေမဲ့ စံသွေဖည်မှုတူပေမဲ့ ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေ အများကြီး ကွာနေတဲ့ ဒေတာနှစ်စုရဲ့ကွဲပြားမှုကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ ခက်တယ်။

ဒီပြဿနာကို **ကွဲပြားမှုကိန်းဂဏန်း (Coefficient of Variation – CoV)** နဲ့ ဖြေရှင်းနိုင်တယ်။

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

ဥပမာ – ညီအကိုငယ်တွေရဲ့အလေးချိန်နဲ့ အစ်ကိုကြီးတွေရဲ့အလေးချိန်ကို နှိုင်းယှဉ်တယ်။

	ညီအကိုငယ်များ (ကီလိုဂရမ်)	အစ်ကိုကြီးများ (ကီလိုဂရမ်)
အလေးချိန်များ	2, 2.5, 3	10.5, 11, 11.5
Mean (ပျမ်းမျှ)	2.5	11
Std Dev (စံသွေဖည်မှု)	0.6	0.6
CoV (%)	**23.5%**	**5.7%**

နှစ်ဖွဲ့လုံးကို တူညီတဲ့ တိကျမှု (±0.5 ကီလိုဂရမ်) နဲ့ ချိန်ထားပေမဲ့ –

- ညီအကိုငယ်တွေရဲ့နှိုင်းရတိကျမှု (relative accuracy) က **၂၃.၅%**
- အစ်ကိုကြီးတွေရဲ့နှိုင်းရတိကျမှုက **၅.၇%** (၄ ဆ ပိုတိကျတယ်)

CoV ရဲ့အားသာချက်များ –

- ဒေတာနှစ်စု ဒါမှမဟုတ် ဒေတာများစွာရဲ့နှိုင်းရတိကျမှုကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အသုံးဝင်တယ်။
- CoV က ယူနစ်တွေနဲ့ မသက်ဆိုင်လို့ မတူညီတဲ့ ယူနစ်တွေအပေါ် အခြေခံတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုတွေကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အသုံးဝင်တယ် (ဥပမာ – အလေးချိန်နဲ့ အရပ်)။

၂၀.၅ ကွဲလွဲမှု (Variance)

ဒေတာအစုတစ်ခုရဲ့**ကွဲလွဲမှု (variance)** က စံသွေဖည်မှုရဲ့နှစ်ထပ်ကိန်းပါ – s^2

ဒါကို –

- ဒေတာအစုများစွာရဲ့ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေကို နှိုင်းယှဉ်တဲ့ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေမှာ သုံးတယ်။
- ဒေတာတွေကို အတန်းအစားတွေအဖြစ် အုပ်စုဖွဲ့ခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ အမှားတွေကို ပြင်ဆင်ဖို့ စာရင်းအင်းပညာရှင်တွေ သုံးတယ်။

၂၀.၆ ပျမ်းမျှ၏ စံအမှား (Standard Error of the Mean)

နမူနာပျမ်းမျှ (sample mean) ကို လူဦးရေပျမ်းမျှ (population mean) ကို ခန့်မှန်းဖို့ သုံးလေ့ရှိတယ်။ ဒါပေမဲ့ တူညီတဲ့ လူဦးရေကနေ ရေးဆွဲထားတဲ့ နမူနာအမျိုးမျိုးက ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေ ကွဲပြားတတ်တယ်။

- နမူနာအရွယ်အစား တိုးလာတာနဲ့အမျှ စံသွေဖည်မှုတွေက အတက်အကျရှိနေပေမဲ့ လူဦးရေရဲ့စံသွေဖည်မှုကို ပိုတိကျစွာ ခန့်မှန်းနိုင်တယ်။
- နမူနာအရွယ်အစား ကြီးလေလေ နမူနာပျမ်းမျှတွေက လူဦးရေပျမ်းမျှကို ပိုတိကျစွာ ခန့်မှန်းနိုင်လေလေ။

စံအမှား (Standard Error) က ဒီမသိရသေးတဲ့ တန်ဖိုးကို ခန့်မှန်းတာပါ။

ပျမ်းမျှ၏ စံအမှား (Standard Error of the Mean) – SE_{mean} သို့မဟုတ် $SE(\bar{x})$

$$SE(\bar{x}) = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

ဒါက နမူနာပျမ်းမျှကနေ လူဦးရေပျမ်းမျှကို ဘယ်လောက်တိကျစွာ ခန့်မှန်းနိုင်သလဲဆိုတာကို တိုင်းတာတယ်။

၂၀.၇ အကျဉ်းချုပ် – ကွာခြားချက်

တိုင်းတာမှု	ဘာကိုတိုင်းတာသလဲ
Standard Deviation (စံသွေဖည်မှု)	တစ်ဦးချင်းစီ လေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေကြား ကွဲပြားမှု
Coefficient of Variation (CoV)	ပျမ်းမျှနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ရင် နှိုင်းရကွဲပြားမှု
Standard Error of the Mean (ပျမ်းမျှ၏ စံအမှား)	ပျမ်းမျှခန့်မှန်းချက်ရဲ့တိကျမှု

သတိပြုရန် – သိပ္ပံစာတမ်း ဒါမှမဟုတ် စာတမ်းတစ်ခုမှာ ပျမ်းမျှ၏ စံအမှားရော စံသွေဖည်မှုပါ နှစ်ခုလုံးကို အစီရင်ခံဖို့ မလိုအပ်ပါဘူး။ နမူနာအရွယ်အစား (N) ကို တစ်ခုခုနဲ့အတူ ပေးထားရင် ကျန်တစ်ခုကို တွက်လို့ရတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ကွဲပြားမှုတိုင်းတာမှုတွေက** ဒေတာတွေ ပျမ်းမျှတစ်ဝိုက်မှာ ဘယ်လောက်ပြန့်ကျဲနေတယ်ဆိုတာ ပြတယ်။
- **Range** – အရိုးရှင်းဆုံး အတိုင်းအတာ (အမြင့်ဆုံး – အနိမ့်ဆုံး)။

- **Standard Deviation** – အသုံးအများဆုံး အတိုင်းအတာ – ဒေတာတွေရဲ့ကွဲပြားမှုကို တိုင်းတာတယ်။
- **Coefficient of Variation** – မတူညီတဲ့ စကေးတွေမှာ နှိုင်းရကွဲပြားမှုကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ သုံးတယ်။
- **Variance** – စံသွေဖည်မှုရဲ့နှစ်ထပ်ကိန်း – စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေမှာ သုံးတယ်။
- **Standard Error of the Mean** – ပျမ်းမျှခန့်မှန်းချက်ရဲ့တိကျမှုကို တိုင်းတာတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – စံသွေဖည်မှုက ဒေတာတွေရဲ့ကွဲပြားမှုကို ပြတယ်၊ ပျမ်းမျှ၏ စံအမှားက ပျမ်းမျှခန့်မှန်းချက်ရဲ့တိကျမှုကို ပြတယ်။ ဒီနှစ်ခုကို မရောထွေးပါနဲ့။

အခန်း (၂၁) – ဖြစ်နိုင်ခြေနှင့် ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (Probability and the Normal Curve)

ဖြစ်နိုင်ခြေသီအိုရီ (Probability Theory) က စာရင်းအင်းအတွက် အဓိကကျပြီး အရာအားလုံးရဲ့ နောက်ကွယ်က ကျပန်းအချက်တွေကို နားလည်ဖို့ အထောက်အကူပြုတယ်။
မိုးလေဝသခန့်မှန်းချက်၊ ဆေးဝါးအပြန်အလှန်သက်ရောက်မှုနဲ့ ထိရောက်မှု၊
စတော့ရှယ်ယာရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှု၊ နဲ့ လောင်းကစားတွေအတွက် အခြေခံပါ။

ဖြစ်နိုင်ခြေက အောက်ပါ အခြေခံမူ နှစ်ခုပေါ်မှာ အခြေခံထားတယ် –

- သေချာပေါက် ဖြစ်မယ့်အဖြစ်အပျက်တစ်ခုရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေ (P) က 100% သို့မဟုတ် $P = 1.0$ ပါ။
- မဖြစ်နိုင်တဲ့ အဖြစ်အပျက်တစ်ခုရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေက 0.0% သို့မဟုတ် $P = 0.0$ ပါ။

ဒါကြောင့် တခြားအဖြစ်အပျက်အားလုံးရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေက 0.0 နဲ့ 1.0 ကြားမှာ ရှိပြီး ဒါက စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုအားလုံးရဲ့အခြေခံပါ။

၂၁.၁ စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှု စံနှုန်းများ (Statistical Significance Criteria)

စာရင်းအင်းပညာရှင်တွေက အောက်ပါစံနှုန်းတွေကို သုံးလေ့ရှိတယ် –

ဖြစ်နိုင်ခြေ	သတ်မှတ်ချက်	အဓိပ္ပါယ်
$P \leq 0.05$ (၅% သို့မဟုတ် ဒီထက်နည်း)	**ဖြစ်နိုင်ခြေရှိတယ် (probably significant)**	စမ်းသပ်မှု ၂၀ ကြိမ်လုပ်ရင် ၁ ကြိမ်ပဲ တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်တယ်
$P \leq 0.01$ (၁% သို့မဟုတ် ဒီထက်နည်း)	**သိသာထင်ရှားတယ် (significant)**	စမ်းသပ်မှု ၁၀၀ ကြိမ်လုပ်ရင် ၁ ကြိမ်ပဲ တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်တယ်

$P \leq 0.001$ (၀.၁% သို့မဟုတ် ဒီထက်နည်း)	**အလွန်သိသာထင်ရှားတယ် (highly significant)**	စမ်းသပ်မှု ၁၀၀၀ ကြိမ်လုပ်ရင် ၁ ကြိမ်ပဲ တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်တယ်

၂၁.၂ မျှော်လင့်ချက် (Expectation)

မျှော်လင့်ချက် (Expectation – E**)** ဆိုတာ အဖြစ်အပျက်တစ်ခုရဲ့ မျှော်လင့်ထားတဲ့ ဖြစ်ပွားမှုအရေအတွက်ပါ။

$$E = \text{စမ်းသပ်မှုအကြိမ်ရေ } (N) \times \text{ဖြစ်နိုင်ခြေ } (P) = N \times P$$

ဥပမာ – ဒင်္ဂါးပြားတစ်ပြားကို လှန်တဲ့အခါ "ခေါင်း (heads)" ရဖို့ ဖြစ်နိုင်ခြေက 0.5 (၅၀%) ပါ။ ဒင်္ဂါးပြားကို ၁၀၀ ကြိမ်လှန်ရင် ခေါင်း ၅၀ ကြိမ် ရမယ်လို့ မျှော်လင့်ရမယ် –

$$E_{\text{heads}} = 100 \times 0.5 = 50$$

ဒီတွက်ချက်မှုက အဖြစ်အပျက်တစ်ခုစီရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေကို သိရင် ဒါမှမဟုတ် ခန့်မှန်းနိုင်ရင် အများစုအတွက် လုပ်လို့ရတယ်။

၂၁.၃ ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (The Normal Curve)

စုဆောင်းထားတဲ့ ဒေတာတွေက ပိုကြီးတဲ့ လူဦးရေတစ်ခုကနေ ရေးဆွဲထားတဲ့ နမူနာတစ်ခုပါ။ ဒီဒေတာတွေက အဆက်မပြတ်ဖြစ်ပြီး (ဥပမာ – လူနာတွေရဲ့အလေးချိန်) အတန်းကွာဟချက်တွေ အရမ်းသေးရင် အတန်းတစ်ခုစီမှာ ဒေတာအမှတ်အရေအတွက် များများပါဝင်ပြီး ကြိမ်နှုန်းမျဉ်းကွေး (frequency curve) ဒါမှမဟုတ် ဖြစ်နိုင်ခြေဖြန့်ဖြူးမှု (probability distribution) က အဆက်မပြတ်ဖြစ်လာမယ်။

အရေးအကြီးဆုံး အဆက်မပြတ်ဖြစ်နိုင်ခြေဖြန့်ဖြူးမှုက **ထိပ်တစ်ခုတည်းပါတဲ့ (unimodal) ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (normal curve)** ဖြစ်ပြီး **Gaussian curve** လို့လည်း ခေါ်တယ်။

ပုံမှန်မျဉ်းကွေးရဲ့ဂုဏ်သတ္တိများ –

- မျဉ်းကွေးအောက်က စုစုပေါင်းဧရိယာက **၁.၀** (၁၀၀%) ပါ – ဆိုလိုတာက လူဦးရေတစ်ခုအတွင်းက မည်သည့်တိုင်းတာမှု သို့မဟုတ် လေ့လာတွေ့ရှိချက်မဆို ဒီမျဉ်းကွေးအောက်မှာ ကျရောက်ဖို့ ဖြစ်နိုင်ခြေ $P = 1$ သို့မဟုတ် 100% ပါ။
- မျဉ်းကွေးရဲ့အမြင့်ဆုံးအမှတ်က ပျမ်းမျှတန်ဖိုး (mean) မှာ ဖြစ်ပြီး **ပျမ်းမျှ (mean)**၊ **အလယ်ဗဟို (median)**၊ နဲ့ **အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုး (mode)** အားလုံးက ထိပ်ဆုံးမှာ တူညီကြတယ်။
- မျဉ်းကွေးကို **ပျမ်းမျှ (mean)** နဲ့ **စံသွေဖည်မှု (standard deviation)** နဲ့ အပြည့်အဝ သတ်မှတ်နိုင်တယ်။
    - လူဦးရေရဲ့ပျမ်းမျှကို μ (mu) လို့ သင်္ကေတပြုတယ် (နမူနာရဲ့ $\bar{x}$ နဲ့ ဆန့်ကျင်ဘက်)။
    - လူဦးရေရဲ့စံသွေဖည်မှုကို σ (sigma) လို့ သင်္ကေတပြုတယ် (နမူနာရဲ့ s နဲ့ ဆန့်ကျင်ဘက်)။
- ပုံမှန်မျဉ်းကွေးက အနန္တအထိ သွားနိုင်ပေမဲ့ များသောအားဖြင့် စံသွေဖည်မှု ၃ ဆ (သို့မဟုတ် တစ်ခါတစ်ရံ ၄ ဆ) အထိ ကန့်သတ်ထားတယ်။

ဧရိယာ ရာခိုင်နှုန်းများ –

အတိုင်းအတာ	ဧရိယာ %
$\mu \pm 1\sigma$ (ပျမ်းမျှ ± ၁ ဆစံသွေဖည်မှု)	**68.26%**
$\mu \pm 2\sigma$ (ပျမ်းမျှ ± ၂ ဆစံသွေဖည်မှု)	**95.45%**
$\mu \pm 3\sigma$ (ပျမ်းမျှ ± ၃ ဆစံသွေဖည်မှု)	**99.73%**

ဒါကြောင့် လူဦးရေတစ်ခုရဲ့လေ့လာတွေ့ရှိချက် ၁၀,၀၀၀ မှာ ၉,၉၇၃ ခုက ပျမ်းမျှရဲ့စံသွေဖည်မှု ၃ ဆအတွင်းမှာ ကျရောက်မယ်။

၂၁.၄ ပုံမှန်သွေဖည်ကိန်း (Normal Deviate – z)

ပုံမှန်မျဉ်းကွေးရဲ့ ပုံစံက စံသတ်မှတ်ထားပေမဲ့ ဂရပ်ဆွဲတဲ့စကေးက ထိပ်ရဲ့အမြင့်နဲ့ အောက်ခြေရဲ့ ပြန့်နှံ့မှုကို ဆုံးဖြတ်တယ်။ ပုံမှန်မျဉ်းကွေးအားလုံးကို (တစ်နည်းအားဖြင့် μ နဲ့ σ ရဲ့ တစ်ဦးချင်းတန်ဖိုးတွေ ဘာပဲဖြစ်ဖြစ်) **စံ သို့မဟုတ် ယူနစ် ပုံမှန်မျဉ်းကွေး (standard or unit normal curve)** အဖြစ် ပြောင်းလဲလို့ရတယ်။

$$z = \frac{(x - \mu)}{\sigma}$$

ဒီမှာ x က တစ်ဦးချင်း တိုင်းတာမှုတန်ဖိုးပါ။

x တန်ဖိုးအားလုံးကို ပျမ်းမျှကနေ သွေဖည်မှုတွေအဖြစ် ပြောင်းလဲလိုက်ရင် တိုင်းတာမှုတွေရဲ့ ဂရပ်က ပျမ်းမျှ $\bar{x}$ နဲ့ စံသွေဖည်မှု ၁ ရှိမယ်။ ဒါကြောင့် ပုံမှန်မျဉ်းကွေးအားလုံးကို ယူနစ်ပုံမှန်မျဉ်းကွေးအဖြစ် ပြောင်းလဲလို့ရတယ်။

၂၁.၅ ဥပမာ – IQ အမှတ်များ

IQ (ဉာဏ်ရည်ကိန်း) ရဲ့ ပျမ်းမျှက ၁၀၀ နဲ့ စံသွေဖည်မှုက ၁၂ ဆိုရင်၊ ကျပန်းရွေးချယ်ထားတဲ့ လူတစ်ယောက်ရဲ့ IQ က ၉၀ ကနေ ၁၃၀ အတွင်း ကျရောက်ဖို့ ဖြစ်နိုင်ခြေ ဘယ်လောက်လဲ။

$$z_{90} = \frac{(90 - 100)}{12} = -0.833$$
$$z_{130} = \frac{(130 - 100)}{12} = 2.5$$

ယူနစ်ပုံမှန်မျဉ်းကွေးအောက်က ဧရိယာဇယားက ဒီတန်ဖိုးနှစ်ခုကြား (-0.83 ကနေ 2.5) မှာ ဧရိယာ ၇၉.၀၅% ရှိတယ်လို့ ပြတယ်။

ဒါကြောင့် လူဦးရေရဲ့ ၇၉% က IQ ၉၀ ကနေ ၁၃၀ အတွင်းမှာ ရှိမယ်လို့ ကောက်ချက်ချနိုင်တယ်။ ဆန့်ကျင်ဘက်အနေနဲ့ လူဦးရေရဲ့ ၂၁% က IQ ၉၀ အောက် သို့မဟုတ် ၁၃၀ အထက်မှာ ရှိမယ်။

၂၁.၆ ယုံကြည်မှုကန့်သတ်ချက်များ (Confidence Limits)

ယူနစ်ပုံမှန်မျဉ်းကွေးအောက်က ဧရိယာဇယားက အောက်ပါအတိုင်းပြတယ် –

z အတိုင်းအတာ	ဧရိယာ %
-1 ကနေ $+1$	68.26%
-1.96 ကနေ $+1.96$	95%
-2 ကနေ $+2$	95.45%
-3 ကနေ $+3$	99.73%

- ကိုယ်က တိုင်းတာထားတဲ့ ကိန်းရှင်က $z = -1.96$ ကနေ $z = 1.96$ ကြားမှာ ကျရောက်မယ်လို့ **၉၅% ယုံကြည်မှုရှိတယ်**။
- $\mu - 1.96\sigma$ နဲ့ $\mu + 1.96\sigma$ ပေးတဲ့ တန်ဖိုးတွေက **၉၅% ယုံကြည်မှုကန့်သတ်ချက်များ (95% confidence limits)** ပါ။
- σ ရဲ့ မြှောက်ကိန်းတွေ (ဥပမာ – 1, 1.96, 2, 2.58) ကို **ယုံကြည်မှုကိန်းများ (confidence coefficients)** သို့မဟုတ် **အရေးပါတန်ဖိုးများ (critical values)** လို့ ခေါ် ပြီး z_c လို့ သင်္ကေတပြတယ်။

၂၁.၇ အမြီးများ (Tails)

မျဉ်းကွေးရဲ့ညာဘက်အစွန်းဆုံး ဒါမှမဟုတ် ဘယ်ဘက်အစွန်းဆုံး ဧရိယာတွေကို **အမြီးများ (tails)** လို့ ခေါ်တယ်။ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေမှာ အရေးပါတယ်။

သိပ္ပံဆိုင်ရာအလုပ်မှာ အမြီးတွေထဲမှာ ကျရောက်တဲ့ တန်ဖိုးတွေကိုပဲ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတယ်လို့ သတ်မှတ်တယ်။ သုတေသီအများစုက ပျမ်းမျှကနေ စံသွေဖည်မှု နှစ်ဆထက် ပိုတဲ့ ဒေတာအမှတ်တွေ (outliers) ကို ချန်လှပ်ပစ်တတ်တယ် – ဒါပေမဲ့ ဒီလိုချန်လှပ်ခြင်းကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြရင် မကြာခဏ တရားမျှတနိုင်တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့ အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ဖြစ်နိုင်ခြေ (Probability)** – ဖြစ်ရပ်တစ်ခုရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေကို ၀ ကနေ ၁ အထိ တိုင်းတာတယ်။
- **စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှု** – $P \leq 0.05$ (ဖြစ်နိုင်ခြေရှိတယ်)၊ $P \leq 0.01$ (သိသာထင်ရှားတယ်)၊ $P \leq 0.001$ (အလွန်သိသာထင်ရှားတယ်)။
- **ပုံမှန်မျဉ်းကွေး** – အချိုးကျတဲ့၊ ခေါင်းလောင်းပုံ ဖြန့်ဖြူးမှု – ပျမ်းမျှ၊ အလယ်ဗဟို၊ နဲ့ အများဆုံးပေါ်သည့်တန်ဖိုးက ထိပ်မှာ တူညီတယ်။
- **ဧရိယာစည်းမျဉ်း** – $\mu \pm 1\sigma$ = ၆၈.၂၆%, $\mu \pm 2\sigma$ = ၉၅.၄၅%, $\mu \pm 3\sigma$ = ၉၉.၇၃%။
- **ယုံကြည်မှုကန့်သတ်ချက်များ** – ပျမ်းမျှခန့်မှန်းချက်ရဲ့တိကျမှုကို ပေးတယ် (ဥပမာ – ၉၅% ယုံကြည်မှုကန့်သတ်ချက်က $z = \pm 1.96$)။
- **အမြီးများ** – စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေမှာ သိသာထင်ရှားမှုကို ဆုံးဖြတ်တဲ့ အစွန်းဆုံးဧရိယာတွေ။

အဓိကသတိရစရာ – ဖြစ်နိုင်ခြေသီအိုရီက စာရင်းအင်းကောက်ချက်တွေရဲ့အခြေခံပါ။ ဖြစ်နိုင်ခြေက ဘာဖြစ်နိုင်တယ်ဆိုတာကို ပြောတာ၊ သေချာပေါက်ဖြစ်မယ်လို့ မဆိုလိုဘူး။ စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုက အဖြေကိုမဟုတ်ဘဲ အထောက်အထားရဲ့အားကိုကို ဆုံးဖြတ်ပေးတယ်။

အခန်း (၂၂) – ဒေတာတင်ပြခြင်း (Presentation of Data)

ဒေတာတွေကို စနစ်ကျနစွာ တင်ပြခြင်းက ရှင်းလင်းမှုအတွက်ရော၊ သူတို့ရဲ့အရေးပါမှုနဲ့ ဆက်စပ်မှုအကြောင်း သတင်းစကားကို ပို့ဆောင်ဖို့အတွက်ပါ မရှိမဖြစ်လိုအပ်ပါတယ်။

ဂျာနယ်တွေက ထုတ်ဝေစရိတ်ကို လျှော့ချဖို့ ဆောင်းပါးတစ်ခုတည်းမှာ ဇယားရော ဂရပ်ပါ နှစ်မျိုးလုံးနဲ့ ဒေတာတွေကို တင်ပြတာကို မကြိုက်ကြပေမဲ့ ဒီကန့်သတ်ချက်က စာတမ်းတွေနဲ့ အစီရင်ခံစာတွေအတွက် မသက်ရောက်ပါဘူး။ တကယ်တော့ သင့်တော်တဲ့ စံသွေဖည်မှုတွေကို အတားအဆီးအဖြစ် ထည့်ထားတဲ့ ဇယားကွက်တွေ (histograms) က ဒေတာတွေကို နားလည်ဖို့ သိသိသာသာ အထောက်အကူပြုပါတယ်။

၂၂.၁ ဥပမာ – အထက်တန်းကျောင်းသားများ၏ အလေးချိန်

အုပ်စုလေးစုရှိတယ်၊ အုပ်စုတစ်စုမှာ ကျောင်းသား ၁၀ ယောက်စီရှိတယ်။ ဒေတာကို ဇယား ၂၂.၁ မှာ ပြထားတယ်။

အုပ်စု	ပျမ်းမျှအလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်)	စံသွေဖည်မှု	CoV (%)
A	40.7	4.2	10.3
B	37.4	3.5	9.4
C	35.6	2.0	5.6
D	38.8	2.6	6.7

ဒေတာတွေကို ကြည့်ရင် အုပ်စုတွေကြား ကွာခြားချက်တွေ ရှိတယ်လို့ ထင်ရပေမဲ့ ဒီကွာခြားချက်တွေကို ဘယ်လိုပြမလဲ။

ပုံစံ (က) – ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုးကို ၀ ကနေ ၅၀ အထိ ဆွဲခြင်း

ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုး (အလေးချိန်ဝင်ရိုး) ကို ၀ ကနေ ၅၀ အထိ ဆွဲရင် ကွာခြားချက်တွေက သိပ်မသိသာဘူး။

ပုံစံ (ခ) – ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုးကို ကန့်သတ်ထားခြင်း

ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုးကို ၃၀ ကနေ ၄၅ အထိ ကန့်သတ်ဆွဲရင် ကွာခြားချက်တွေ ပိုသိသာလာတယ်။

သတိပေးချက် – ဒီနည်းလမ်းက မရိုးသားတဲ့ သိပ္ပံပညာရှင်တွေ လှည့်စားဖို့ သုံးနိုင်တာမို့ ဂရုပေါ်မှာ **ဝင်ရိုးကျိုးခြင်း (axis break)** ကို ဖော်ပြသင့်တယ် (ဥပမာ – ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုးမှာ ဇစ်ဇတ်မျဉ်းတွေ ထည့်ခြင်း)။ ဒါက ကိုယ့်ရဲ့ ဂရုပ်ဖစ်ပြောင်းလဲမှုကို အပြည့်အဝ ထုတ်ဖော်ပြတာပါ။

ပုံစံ (ဂ) – အတားအဆီးများ (Tie Bars) ထည့်ခြင်း

ပုံစံ (ခ) က အုပ်စုတွေကြား ကွာခြားချက်တွေကို ပြနိုင်ပေမဲ့ အုပ်စုတစ်ခုစီအတွင်းက အလေးချိန်တွေရဲ့ ကွဲပြားမှုကို မပြနိုင်ဘူး။

ဒါကို **စံသွေဖည်မှုတန်ဖိုးတွေကို အတားအဆီးများ (tie bars)** အဖြစ် ကော်လံတွေပေါ်မှာ ထပ်ထည့်ခြင်းအားဖြင့် ပြနိုင်တယ်။

Excel မှာ Tie Bars ထည့်နည်း –

၁။ ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေနဲ့ စံသွေဖည်မှုတွေကို တွက်ပါ။
၂။ ဇယားကွက် (histogram) ကို ဆွဲပါ။
၃။ ကော်လံတစ်ခုပေါ်မှာ မောက်စ်ကို ညာဘက်နှိပ်ပြီး "Format Data Series" ကို ရွေးပါ။
၄။ "Error Bars" tab ကိုသွားပြီး "Custom" ကိုရွေးကာ စံသွေဖည်မှုတန်ဖိုးတွေကို ထည့်ပါ။
၅။ OK နှိပ်လိုက်ရင် Excel က အတားအဆီးတွေကို ထည့်ပေးမယ်။

အတားအဆီးတွေက အုပ်စုတစ်ခုစီအတွင်းက ဒေတာတွေရဲ့ ကွဲပြားမှုကို မြင်သာအောင် ပြနိုင်တယ်။

၂၂.၂ ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးများ (Outliers) ကို ကိုင်တွယ်ခြင်း

ဒေတာအုပ်စုတစ်ခုမှာ **ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးတွေ (outliers)** – ဆိုလိုတာက ပျမ်းမျှကနေ စံသွေဖည်မှုနှစ်ဆ ဒါမှမဟုတ် ဒီထက်ပိုတဲ့ ဒေတာအမှတ်တွေ – ပါဝင်နေနိုင်တယ်။

ဥပမာ – အုပ်စု C မှာ ၆၀ ကီလိုဂရမ် ဆိုတဲ့ ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးတစ်ခု ရှိတယ်။

ဒီပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးကို ဖယ်ရှားလိုက်ရင် –

- အုပ်စု C ရဲ့ စံသွေဖည်မှုက ၇.၃ ကနေ ၁.၈ ကို ကျဆင်းသွားတယ်။
- CoV က ၁၉.၆% ကနေ ၅.၁% ကို ကျဆင်းသွားတယ်။

အရေးကြီးသတိပေးချက် – ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးတွေကို ဖယ်ရှားရင် ဒီလိုဖယ်ရှားကြောင်းကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြရပါမယ်။ ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးတွေက တိုင်းတာမှုအမှားတွေကနေ ဒါမှမဟုတ် ဒေတာအမှတ်က အုပ်စုရဲ့ တခြားအဖွဲ့ဝင်တွေနဲ့ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း မကိုက်ညီတဲ့အခါ ဖြစ်ပေါ်လာတယ်။ ဒါပေမဲ့ ဒေတာတွေကို ဖယ်ရှားတဲ့အခါ သတိထားရမယ် – ဒေတာအမှတ်တစ်ခုက ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးလို့ ထင်ရပေမဲ့ ဒါဟာ ဒေတာတစ်ခုပဲ။ ဒီလိုကိစ္စမျိုးမှာ စာရင်းအင်းပညာရှင်နဲ့ တိုင်ပင်ဖို့ အကြံပြုတယ်။

၂၂.၃ မှီခိုကိန်းရှင်နဲ့ လွတ်လပ်ကိန်းရှင်ကြား ဆက်စပ်မှုကို ပုံဖော်ခြင်း

ဒေတာတင်ပြခြင်းက **မှီခိုကိန်းရှင် (dependent variable)** နဲ့ **လွတ်လပ်ကိန်းရှင် (independent variable)** ကြား ဆက်စပ်မှုကို ပုံဖော်တဲ့အခါ အရေးကြီးလာတယ်။

ဥပမာ – ကျောင်းသားတွေရဲ့ အရပ်နဲ့ အလေးချိန်

အရပ် (စင်တီမီတာ)	အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်)
144.8	34.1
142.2	36.4
147.3	36.8
149.9	37.3
…	…

မျှော်လင့်ထားသလိုပဲ အရပ်မြင့်လေလေ အလေးချိန်လည်း များလေလေ။

ဒါပေမဲ့ တချို့ကျောင်းသားတွေက ပိုမြင့်ပေမဲ့ ပိုပေါ့နိုင်တယ် (သို့မဟုတ် ဆန့်ကျင်ဘက်)၊ ဒါကြောင့် ဒေတာတွေကို မျဉ်းနဲ့ဆက်တာက **"နောက်ပြန်ဆုတ်သွားတာ (doubling back)"** လို့ ထင်ရနိုင်တယ်။

ပုံစံ – Scatter Plot နဲ့ Trend Line

ဒီလိုကိစ္စမျိုးမှာ ဒေတာတွေကို **scatter plot** အဖြစ် ပုံဖော်ပြီး **trend line** ထည့်တာက ပိုကောင်းတယ်။

Excel မှာ Trend Line ထည့်နည်း –

၁။ ဒေတာတွေကို scatter plot အဖြစ် ဆွဲပါ (မျဉ်းနဲ့မဆက်ပါနဲ့)။
၂။ ဒေတာအမှတ်တစ်ခုပေါ်မှာ ညာဘက်နှိပ်ပြီး "Add Trendline" ကို ရွေးပါ။

Trend line က –

- အရပ်နဲ့ အလေးချိန်ကြား တိကျတဲ့ ဆက်စပ်မှုမရှိပေမဲ့ (တချို့က ပိုပေါ့/ပိုလေး)၊
- ယေဘုယျအားဖြင့် အရပ်မြင့်လေလေ အလေးချိန်လည်း များလေလေဆိုတာကို ပြတယ်။
- ဒါပေမဲ့ တိကျတဲ့ ဆက်စပ်မှု (precise correlation) မဟုတ်ဘူး။

ဒီအကြောင်းကို **ဆက်စပ်မှုနဲ့ ဆုတ်ယုတ်ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု (Correlation and Regression)** မှာ ပြန်ဆွေးနွေးပါမယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ဒေတာတင်ပြခြင်းက ရှင်းလင်းမှုအတွက် အဓိကကျတယ်** – ဇယားတွေ၊ ဂရပ်တွေက ဆက်စပ်မှုတွေကို မြင်သာအောင် ကူညီပေးတယ်။
- **ဒေါင်လိုက်ဝင်ရိုးစကေးကို သတိထားပါ** – စကေးကို ကန့်သတ်ခြင်းက ကွာခြားချက်တွေကို ပိုသိသာစေပေမဲ့ ဝင်ရိုးကျိုးခြင်းကို ဖော်ပြဖို့ လိုတယ်။

- **အတားအဆီးများ (Tie Bars)** – စံသွေဖည်မှုတွေကို ပြပြီး အုပ်စုတစ်ခုစီအတွင်းက ဒေတာကွဲပြားမှုကို ဖော်ပြတယ်။
- **ပုံမှန်မဟုတ်တန်ဖိုးများ (Outliers)** – ပျမ်းမျှကနေ စံသွေဖည်မှု နှစ်ဆထက်ပိုတဲ့ ဒေတာအမှတ်တွေကို ဖယ်ရှားနိုင်ပေမဲ့ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း ဖော်ပြရမယ်။
- **Scatter Plots နဲ့ Trend Lines** – ကိန်းရှင်နှစ်ခုကြား ဆက်စပ်မှုကို ပြဖို့ အကောင်းဆုံးနည်းလမ်းတွေပါ။

အဓိကသတိရစရာ – ဒေတာတွေကို ဘယ်လိုတင်ပြသလဲဆိုတာက စာဖတ်သူ ဘယ်လိုနားလည်သလဲဆိုတာကို သက်ရောက်တယ်။ ရိုးသားပြီး ရှင်းလင်းတဲ့ တင်ပြချက်က အဓိကပါ။ ဂရပ်ဖစ်ကို လှည့်စားဖို့ သုံးခြင်းက သုတေသနရဲ့ ယုံကြည်မှုကို ထိခိုက်စေတယ်။

အခန်း (၂၃) – နမူနာပျမ်းမျများကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်း (Comparing Sample Means)

အသုံးအများဆုံး စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေက **ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား ကွာခြားချက်က တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်သလား** ဆိုတာကို ဆုံးဖြတ်ဖို့ ဒီဇိုင်းဆွဲထားတာပါ။ ဒါကို မဆွေးနွေးခင် စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုနဲ့ ဆက်စပ်တဲ့ ဝေါဟာရတွေနဲ့ အချက်တွေကို ပြန်လည်သုံးသပ်ရပါမယ်။

၂၃.၁ ဝေါဟာရများ (Terminology)

Null Hypothesis (H_0) – သုတေသီ (တိုင်းတာမှုလုပ်သူ) ရဲ့ ယူဆချက်က ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ ကွာခြားချက်မရှိဘူးဆိုတာပါ။

- ကွာခြားချက်က တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်ရင် H_0 ကို မှန်တယ်လို့ လက်ခံနိုင်တယ်။
- ကွာခြားချက်က တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် မဖြစ်နိုင်ရင် H_0 က မှားတယ်၊ ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ ကွာခြားချက်ရှိတယ်လို့ ယူဆနိုင်တယ်။

Alternative Hypothesis (H_1) – ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ ကွာခြားချက်ရှိတယ်ဆိုတဲ့ ယူဆချက်ပါ။

လုပ်ထုံးလုပ်နည်း – ဒေတာနှစ်စုက လူဦးရေတစ်ခုတည်းရဲ့ အစိတ်အပိုင်းဖြစ်တဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေကို တွက်ချက်ပါ။

- ဒီဖြစ်နိုင်ခြေက 5% ($P \leq 0.05$) ထက်နည်းရင် ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ ကွာခြားချက်မရှိနိုင်တဲ့ အခွင့်အလမ်းက ၂၀ မှာ ၁ ကြိမ်ထက်နည်းတယ်။
- ဒီအခါ H_0 ကို ပယ်ချပြီး H_1 (အခြားယူဆချက်) ကို လက်ခံနိုင်တယ်။

တချို့သုတေသီတွေက $P \leq 0.01$ သို့မဟုတ် $P \leq 0.001$ လိုမျိုး ပိုမြင့်တဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေအဆင့်တွေကို သတ်မှတ်တတ်ကြတယ်။

၂၃.၂ လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ (Degrees of Freedom – df)

စာရင်းအင်းတစ်ခုရဲ့ **လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ (degrees of freedom – df)** ဆိုတာ နမူနာထဲက လွတ်လပ်တဲ့ လေ့လာတွေ့ရှိချက်အရေအတွက် (N) အနုတ် နမူနာလေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေကနေ ခန့်မှန်းရမယ့် လူဦးရေသတ်မှတ်ချက်အရေအတွက် (k) ပါ။

$$df = N - k$$

ဥပမာ – လူ ၄ ယောက် ခရီးသွားတဲ့ ကားလေးယောက်စီးမှာ တစ်ယောက်က ကားမောင်းရမယ်၊ ကျန်တဲ့ ဒုတိယ၊ တတိယ၊ စတုတ္ထလူတွေက ထိုင်ခုံရွေးလို့ရတယ် – ဒါကြောင့် $k = 1$ (သတ်မှတ်ချက်တစ်ခု ပုံသေဖြစ်တယ်)။

$$df = N - k = 4 - 1 = 3$$

လွတ်လပ်မှုဒီဂရီကို စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုအများစုမှာ ထည့်သွင်းစဉ်းစားတယ်။

၂၃.၃ စမ်းသပ်မှုမှာ အမှားအယွင်းများ (Errors in Testing)

	H_0 မှန်ရင်	H_0 မှားရင်
H_0 ကို ပယ်ချရင်	**Type I Error**	အမှားမရှိဘူး
H_0 ကို လက်ခံရင်	အမှားမရှိဘူး	**Type II Error**

Type I Error – H_0 မှန်ပေမဲ့ ပယ်ချတာ။

Type II Error – H_0 မှားပေမဲ့ လက်ခံတာ။

Type I Error ရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေက α (သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်) ပါ။
$\alpha = 0.05$ က Type I Error အတွက် လုံလောက်တဲ့ သေးငယ်တဲ့ အခွင့်အလမ်းလို့ ယူဆကြပေမဲ့ Type II Error အတွက် အခွင့်အလမ်းကြီးလွန်းတာမျိုး မဖြစ်အောင်လည်း လုပ်တယ်။

Type II Error ရဲ့ဖြစ်နိုင်ခြေ (β) က မသိရဘူး၊ ဒါပေမဲ့ α နဲ့ ပြောင်းပြန်ဆက်စပ်မှုရှိတယ်။
အမှားနှစ်မျိုးလုံးကို နမူနာအရွယ်အစား (N) တိုးခြင်းအားဖြင့် တစ်ပြိုင်နက် လျှော့ချနိုင်တယ်။

အကြံပြုချက် – ဒေတာမစုဆောင်းခင် null hypothesis၊ alternative hypothesis နဲ့ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်ကို ကြိုသတ်မှတ်ထားသင့်တယ်။ ဒါကို **a priori** α လို့ ခေါ်တယ်။

၂၃.၄ တစ်ဘက်သွားနှင့် နှစ်ဘက်သွားစမ်းသပ်မှုများ (One-Tailed and Two-Tailed Tests)

ယူဆချက်ဖော်စပ်တဲ့အခါ မေးခွန်းနှစ်ခု မေးနိုင်တယ် –

(၁) ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား ဒါမှမဟုတ် နမူနာပျမ်းမျှ ($\bar{x}$) နဲ့ လူဦးရေပျမ်းမျှ (μ) ကြား ကွာခြားချက်ရှိလား။

ဒီမေးခွန်းက $\bar{x}$ က μ ထက် ကြီးလား သေးလားဆိုတာကို လျစ်လျူရှုတယ် – မေးတာက ပစ္စည်း ဒါမှမဟုတ် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းတစ်ခုက တခြားတစ်ခုနဲ့ ကွာခြားသလားဆိုတာပါ။

(၂) နမူနာပျမ်းမျှ ($\bar{x}$) က လူဦးရေပျမ်းမျှ (μ) ထက် သိသိသာသာ ကြီးသလား (သို့မဟုတ် သေးသလား)။

ဒီမေးခွန်းက $\bar{x}$ ရဲ့ပမာဏကို μ (သို့မဟုတ် ပျမ်းမျှ $\bar{x}_1$ က $\bar{x}_2$) နဲ့ နှိုင်းယှဉ်တယ် – ပုံမှန်မေးတာက လုပ်ငန်းစဉ် ဒါမှမဟုတ် ပစ္စည်းတစ်ခုက တခြားတစ်ခုထက် ပိုကောင်းသလားဆိုတာပါ။

မေးခွန်း (၁) အတွက် – အရေးပါတဲ့ ဧရိယာက အမြီးနှစ်ဖက်စလုံးမှာ ညီတူညီမျှ ခွဲထားတယ်။ $P \leq 0.05$ အတွက် $Z_c < -1.96$ မှာ ၂.၅% နဲ့ $Z_c > 1.96$ မှာ ၂.၅%။

မေးခွန်း (၂) အတွက် – အရေးပါတဲ့ ဧရိယာက အမြီးတစ်ဖက်တည်းမှာ ရှိတယ် – $P \leq 0.05$ အတွက် $Z_c > 1.64$။

ဒါကြောင့် တစ်ဘက်သွားစမ်းသပ်မှုမှာ normal deviate တစ်ခုရဲ့ရမှတ်က နှစ်ဘက်သွားစမ်းသပ်မှုထက် ဖြစ်နိုင်ခြေ ပိုမြင့်တယ် – ဒါက စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေမှာ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်တွေကို သက်ရောက်တယ်။

၂၃.၅ ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်၏ စံအမှား (Standard Error of the Difference Between Means)

ပျမ်းမျှကို စံအမှားက အရည်အချင်းသတ်မှတ်ပေးတယ်။ တူညီတဲ့ လူဦးရေကနေ ရေးဆွဲထားတဲ့ နမူနာတွေပေါ်မှာ တိုင်းတာမှုတွဲများစွာ လုပ်ရင် နမူနာတစ်ခုစီရဲ့ ပျမ်းမျှတွေမှာ အနည်းငယ် ကွာခြားမှုတွေ အမြဲရှိတယ်။

ဒါပေမဲ့ ခြုံငုံပျမ်းမျှကနေ စံအမှား ၂ ဆထက် ကျော်တဲ့ သွေဖည်မှုတွေက အတော်လေး ရှားပါတယ် – ၂၀ ကြိမ်မှာ ၁ ကြိမ် ဒါမှမဟုတ် ၅% လောက်ပါ။ ဒါက ပုံမှန်မျဉ်းကွေးရဲ့ဧရိယာ ၉၅.၄၅% က ပျမ်းမျှ ± ၂ စံအမှားအတွင်းမှာ ရှိတာကြောင့်ပါ။ ဒါကြောင့် ဒီဆက်စပ်မှုကို ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်ရဲ့စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုကို စမ်းသပ်ဖို့ သုံးနိုင်တယ်။

တွက်ချက်နည်း –

$$\text{Variance of difference between means} = (SE\bar{x}_1)^2 + (SE\bar{x}_2)^2$$
$$SE_{\text{difference}} = \sqrt{(SE\bar{x}_1)^2 + (SE\bar{x}_2)^2}$$

ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ ကွာခြားချက်က ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်ရဲ့ စံအမှားရဲ့နှစ်ဆထက် ပိုရင် ဒီကွာခြားချက်က "ဖြစ်နိုင်ခြေရှိတယ်"။

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \geq 2 \times \sqrt{(SE\bar{x}_1)^2 + (SE\bar{x}_2)^2},\ P < 0.05$$

၂၃.၆ ဥပမာ – ပစ္စည်းနှစ်ခု၏ ခိုင်ခံ့မှု (Diametral Tensile Strength)

ပစ္စည်း A နဲ့ ပစ္စည်း B ရဲ့ခိုင်ခံ့မှုကို နှိုင်းယှဉ်တယ်။ ဒေတာ ၁၀ ခုစီ –

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	30.7	26.3
စံသွေဖည်မှု	1.9	1.7
စံအမှား	0.6	0.5

တွက်ချက်မှု –

- ပျမ်းမျှကွာခြားချက် = 30.7 − 26.3 = **4.4**

- ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်ရဲ့ ကွဲလွဲမှု = $(0.6)^2 + (0.5)^2 = 0.36 + 0.25 =$ **0.61**
- SE of difference = $\sqrt{0.61} =$ **0.78**

ပျမ်းမျှကွာခြားချက် (4.4) က SE of difference (0.78) ရဲ့ ၅ ဆကျော်ပါ – ဒါက စံအမှား ၂ ဆထက် သိသိသာသာ ကြီးတယ်။ ဒါကြောင့် ပစ္စည်းနှစ်ခုရဲ့ ခိုင်ခံ့မှုကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်လို့ ကောက်ချက်ချနိုင်တယ်။

၂၃.၇ Excel ကို အသုံးပြုခြင်း – z-Test

Excel က ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်ရဲ့ အရေးပါမှုကို ဆုံးဖြတ်ပေးတဲ့ **z-Test** ကို လုပ်ဆောင်နိုင်တယ်။

အဆင့်များ –

၁။ ပစ္စည်းတစ်ခုစီအတွက် ကွဲလွဲမှု (variance = စံသွေဖည်မှု²) ကို တွက်ပါ။

- ပစ္စည်း A ကွဲလွဲမှု = $(1.9)^2 = 3.7$
- ပစ္စည်း B ကွဲလွဲမှု = $(1.7)^2 = 2.8$

၂။ **Tools → Data Analysis → z-Test: Two Sample for Means** ကို ရွေးပါ။

၃။ ဒေတာတွေကို ထည့်ပြီး OK နှိပ်ပါ။

ရလဒ် –

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	30.7	26.3
သိထားတဲ့ကွဲလွဲမှု	3.7	2.8
လေ့လာတွေ့ရှိချက်များ	10	10
z-statistic	**5.933**	
P(Z ≤ z) one-tailed	**1.49×10^{-9}**	

P(Z ≤ z) two-tailed	**2.97×10^{-9}**	

Excel က z-statistic၊ အရေးပါတဲ့ z တန်ဖိုးတွေ၊ နဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေတွေကို တွက်ပေးတယ်။ P တန်ဖိုးက အရမ်းနည်းတာမို့ ($P \ll 0.05$) ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်လို့ ကောက်ချက်ချနိုင်တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Null Hypothesis (H_0)** – ကွာခြားချက်မရှိဘူး (တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့်ပဲ)။
- **Alternative Hypothesis (H_1)** – ကွာခြားချက်ရှိတယ်။
- **Type I Error** – H_0 မှန်ပေမဲ့ ပယ်ချတာ (α ဖြစ်နိုင်ခြေ)။
- **Type II Error** – H_0 မှားပေမဲ့ လက်ခံတာ (β ဖြစ်နိုင်ခြေ)။
- **One-Tailed vs Two-Tailed Tests** – မေးခွန်းက ဦးတည်ချက်ပါလား (တစ်ဘက်သွား) သို့မဟုတ် ဦးတည်ချက်မပါလား (နှစ်ဘက်သွား)။
- **Standard Error of the Difference Between Means** – ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား ကွာခြားချက်က သိသာထင်ရှားမှုရှိမရှိ ဆုံးဖြတ်ဖို့ သုံးတယ်။
- **Excel ရဲ့ z-Test** – ဒေတာနှစ်စုကြား ကွာခြားချက်ကို အလွယ်တကူ နှိုင်းယှဉ်ဖို့ သုံးတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်ကို စမ်းသပ်တဲ့အခါ သင့်တော်တဲ့ စမ်းသပ်မှုကို ရွေးပါ (ဥပမာ – z-test, t-test, ANOVA) နဲ့ ရလဒ်တွေကို မှန်ကန်စွာ အနက်ဖွင့်ဆိုပါ။ $P < 0.05$ ဆိုတာက ကွာခြားချက်ရှိတယ်လို့ ဆိုလိုတာပါ။

အခန်း (၂၄) – Student's t-Test

ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား ကွာခြားချက်ရဲ့အရေးပါမှုကို စမ်းသပ်ဖို့ **Standard Error of the Mean** ကို သုံးတာကို အခန်း (၂၃) မှာ ဆွေးနွေးခဲ့ပြီးပါပြီ။ ဒီအတွက် နောက်ထပ် ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် သုံးတဲ့ စမ်းသပ်မှုတစ်ခုက **Student's t-Test** ဖြစ်ပြီး Excel မှာ တည်ဆောက်ထားတာမို့ တွက်ချက်ရတာ ပိုလွယ်ကူပါတယ်။ ဒီစမ်းသပ်မှုက **t distribution** ကို အသုံးပြုထားပြီး၊ သခ်ၤာပညာရှင် Gosset က "Student" ဆိုတဲ့ ကလောင်အမည်နဲ့ ရှာဖွေတွေ့ရှိခဲ့တာပါ။

၂၄.၁ နမူနာတစ်ခုကို ယေဘုယျပျမ်းမျှနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ခြင်း (Comparing a Sample with a Universal Mean)

လေ့လာမှုများစွာမှာ နမူနာတစ်ခုရဲ့ပျမ်းမျှ ($\bar{x}$) ကို သူ့ကိုရေးဆွဲထားတဲ့ လူဦးရေရဲ့ပျမ်းမျှ (μ) နဲ့ နှိုင်းယှဉ်လေ့ရှိတယ်။

ဒါပေမဲ့ လူဦးရေရဲ့စံသွေဖည်မှု (σ) ကို မသိရင် normal deviate (z) ကို တွက်လို့မရဘူး။ ဒီပြဿနာကို နမူနာကွဲလွဲမှု (s^2) ကို σ^2 နေရာမှာ သုံးပြီး t**-statistic** ကို တွက်ချက်ခြင်းအားဖြင့် ရှောင်ရှားနိုင်တယ် –

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{N}} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s} \times \sqrt{N}$$

တစ်နည်းအားဖြင့် –

$$t = \frac{\text{ပျမ်းမျှများကြား ကွာခြားချက်}}{\text{ပျမ်းမျှ၏ ခန့်မှန်းထားတဲ့ စံအမှား}}$$

လူဦးရေရဲ့စံသွေဖည်မှုကို နမူနာစံသွေဖည်မှု s ကနေ ခန့်မှန်းတယ် –

$$s^2 = \frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{N - 1}$$

z နဲ့ t ကြား အဓိကကွာခြားချက် –

- z-statistic အတွက် standard normal curve တစ်ခုတည်းပဲ ရှိတယ်။

- t-statistic အတွက်တော့ လွတ်လပ်မှုဒီဂရီတစ်ခုစီအတွက် t မျဉ်းကွေးတစ်ခုစီ ရှိတယ် (တစ်နည်းအားဖြင့် t မျဉ်းကွေးမိသားစု)။
- $df \geq 30$ ဆိုရင် t မျဉ်းကွေးတွေက ပုံမှန်မျဉ်းကွေးနဲ့ အရမ်းဆင်တူပြီး t တန်ဖိုးတွေက z တန်ဖိုးတွေနဲ့ ဆင်တူလာတယ်။

၂၄.၂ t-Test ကို သုံးပြီး ပျမ်းမျှနှစ်ခုကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်း (Comparison of Two Means Using the t-Test)

များစွာသော အခြေအနေတွေမှာ နှိုင်းယှဉ်ဖို့ စံတစ်ခု မရှိနိုင်ဘူး။ သုတေသီတစ်ယောက်မှာ ဒေတာနှစ်စုရှိပြီး သူတို့ကြားမှာ တကယ့်ကွာခြားချက်ရှိမရှိ ဆုံးဖြတ်ချင်တယ်။

မေးခွန်းက – အုပ်စုနှစ်ခုကြား ကွာခြားချက်က **နမူနာယူမှုကွဲပြားခြင်း (null hypothesis)** ကြောင့်လား၊ ဒါမှမဟုတ် **ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေကြား တကယ့်ကွာခြားချက် (alternative hypothesis)** ကြောင့်လား။

အုပ်စု A နဲ့ B အတွက် ပျမ်းမျှ $\bar{x}_A$ နဲ့ $\bar{x}_B$၊ စံသွေဖည်မှု s_A နဲ့ s_B ဆိုရင် –

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{s^2\left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_B}\right)}}$$

ဒီမှာ s^2 က **ပေါင်းစပ်ကွဲလွဲမှု (pooled variance)** ဖြစ်ပြီး –

$$s^2 = \frac{(N_A - 1) \times s_A^2 + (N_B - 1) \times s_B^2}{N_A + N_B - 2}$$

တွက်ချက်ထားတဲ့ t တန်ဖိုးက လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ $(N_A - 1) + (N_B - 1) = N_A + N_B - 2$ နဲ့ Student's t distribution ကို လိုက်နာတယ်။

၂၄.၃ ဥပမာ – ပစ္စည်းနှစ်ခု၏ Diametral Strength ကို t-Test နဲ့ နှိုင်းယှဉ်ခြင်း

ပစ္စည်း A နဲ့ ပစ္စည်း B ရဲ့ခိုင်ခံမှုဒေတာ (MPa) –

ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B

28.0	24.0
28.5	24.5
29.0	25.0
30.0	25.9
30.7	26.0
30.8	26.2
31.0	27.0
32.0	27.3
33.0	28.0
34.0	29.5

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	30.7	26.3
စံသွေဖည်မှု	1.9	1.7
CoV (%)	6.3	6.3

အဆင့် ၁ – F-test (ကွဲလွဲမှုညီမျှမှုစမ်းသပ်ခြင်း)

Excel မှာ Tools → Data Analysis → F-Test Two-Sample for Variances ကို ရွေးပါ။

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	30.7	26.3
ကွဲလွဲမှု	3.7	2.8
လေ့လာတွေ့ရှိချက်များ	10	10
df	9	9
F	1.335	
P(F ≤ f) one-tailed	0.337	
F critical one-tailed	3.179	

F တန်ဖိုး (1.335) က F_{critical} (3.179) ထက် သိသိသာသာ နည်းပြီး $P = 0.337 > 0.05$ မို့ ကွဲလွဲမှုနှစ်ခုကြားမှာ ကွာခြားချက်မရှိဘူးလို့ ကောက်ချက်ချနိုင်တယ်။ ဒါကြောင့် **equal variances** ယူဆချက်နဲ့ t-test ကို သုံးသင့်တယ်။

အဆင့် ၂ – t-Test ကို လုပ်ဆောင်ခြင်း

Excel မှာ Tools → Data Analysis → t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances ကို ရွေးပါ။

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	30.7	26.3
ကွဲလွဲမှု	3.7	2.8
လေ့လာတွေ့ရှိချက်များ	10	10
ပေါင်းစပ်ကွဲလွဲမှု	**3.25**	
df	18	
t-statistic	**5.40**	
P(T ≤ t) one-tailed	0.000	
t-critical one-tailed	**1.73**	
P(T ≤ t) two-tailed	3.9×10^{-5}	
t-critical two-tailed	**2.10**	

တွက်ချက်ထားတဲ့ t-statistic (5.40) က t_{critical} (တစ်ဘက်သွားအတွက် 1.73၊ နှစ်ဘက်သွားအတွက် 2.10) ထက် သိသိသာသာ ကြီးတယ်။ P တန်ဖိုးက အရမ်းနည်းတယ် (တစ်ဘက်သွားအတွက် 0.000၊ နှစ်ဘက်သွားအွက် 3.9×10^{-5})။

ကောက်ချက် – ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်။

၂၄.၄ ကွဲလွဲမှုမညီမျှတဲ့အခါ t-Test (t-Test with Unequal Variances)

ဒေတာနှစ်စုရဲ့ကွဲလွဲမှုတွေ မညီမျှရင် (ဥပမာ – CoV 28.0% နဲ့ 10.7%) **t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances** ကို သုံးရမယ်။

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
ပျမ်းမျှ	31.7	26.5
ကွဲလွဲမှု	78.6	8.1
CoV (%)	28.0	10.7

F-test က ကွဲလွဲမှုတွေ ကွာခြားကြောင်း အတည်ပြုတယ် ($F = 9.75, P = 0.001$).

t-Test ရလဒ် (Unequal Variances) –

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
t-statistic	1.760	
t-critical one-tailed	**1.796**	
t-critical two-tailed	**2.201**	
P(T ≤ t) one-tailed	0.053	
P(T ≤ t) two-tailed	0.106	

ဒီကိစ္စမှာ t-statistic (1.760) က t_{critical} ထက် နည်းတယ်၊ ဒါကြောင့် ကွာခြားချက်က သိသာထင်ရှားမှုမရှိဘူး ($P > 0.05$).

၂၄.၅ တွဲဖက်နမူနာများအတွက် *t*-Test (Paired Samples t-Test)

တစ်ခါတစ်ရံ အုပ်စု A ရဲ့လေ့လာတွေ့ရှိချက်တစ်ခုစီက အုပ်စု B ရဲ့လေ့လာတွေ့ရှိချက်တစ်ခုနဲ့ ဆက်စပ်နေတတ်တယ်။

ဥပမာ – ဖန်မှုန့်သွားဖုံးစပ် (glass ionomer cement) နမူနာ ၁၀ တွဲကို ပြင်ဆင်တယ်။ အုပ်စု A ကို ရေထဲမှာထားပြီး အုပ်စု B ကို ရေနွေးဆားရည်ထဲမှာ ထားတယ်။ နမူနာတစ်ခုစီက အတွဲလိုက်ဆက်စပ်နေတယ်။

အတွဲ	ရေ (MPa)	ရေနွေးဆားရည် (MPa)
1	20.0	17.6
2	21.2	18.3
3	22.3	19.2
4	25.7	23.4
5	28.4	26.7
6	30.3	27.4
7	31.0	28.6
8	31.9	29.9
9	33.5	30.1
10	34.7	30.8

	ရေ	ရေနွေးဆားရည်
ပျမ်းမျှ	27.9	25.2
စံသွေဖည်မှု	5.3	5.2
CoV (%)	19.0	20.5

Excel မှာ Paired t-Test လုပ်နည်း – Tools → Data Analysis → t-Test: Paired Two Sample for Means

	ရေ	ရေနွေးဆားရည်
ပျမ်းမျှ	27.9	25.2
ကွဲလွဲမှု	28.1	26.7
လေ့လာတွေ့ရှိချက်များ	10	10
Pearson Correlation	**0.992**	
Df	9	
t-statistic	**12.807**	

P(T ≤ t) one-tailed	0.000	
t-critical one-tailed	**1.833**	
P(T ≤ t) two-tailed	0.000	
t-critical two-tailed	**2.262**	

t-statistic (12.807) က t_{critical} ထက် သိသိသာသာ ကြီးပြီး $P = 0.000$ မို့ ကွာခြားချက် သိသာထင်ရှားတယ်။

Pearson Correlation Coefficient (r) – $r = 0.992$ က ဒေတာနှစ်စုကြား ဆက်စပ်မှု အရမ်းမြင့်တယ်ဆိုတာ ပြတယ် (အုပ်စု A တန်ဖိုးတွေ တိုးလာတာနဲ့ အုပ်စု B တန်ဖိုးတွေလည်း တိုးလာတယ်)။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **t-Test ကို ဘယ်အချိန်သုံးမလဲ** – ပျမ်းမျှနှစ်ခုကြား ကွာခြားချက်ကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့။
- **t-Test အမျိုးအစား သုံးမျိုး** –
    1. **One-Sample t-Test** – နမူနာတစ်ခုကို ယေဘုယျပျမ်းမျှနဲ့ နှိုင်းယှဉ်။
    2. **Two-Sample t-Test (Equal Variances)** – အုပ်စုနှစ်ခု၊ ကွဲလွဲမှုတွေ ညီမျှတယ်။
    3. **Two-Sample t-Test (Unequal Variances)** – အုပ်စုနှစ်ခု၊ ကွဲလွဲမှုတွေ မညီမျှဘူး။
    4. **Paired t-Test** – အတွဲလိုက်ဆက်စပ်နေတဲ့ လေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေ။
- **အရေးကြီးတဲ့အဆင့်** – t-Test မလုပ်ခင် **F-test** နဲ့ ကွဲလွဲမှုတွေ ညီမျှမညီမျှ စစ်ဆေးပါ။
- **Excel သုံးခြင်းရဲ့အားသာချက်** – t-statistic၊ t_{critical}၊ နဲ့ P-တန်ဖိုးတွေကို အလိုအလျောက် တွက်ပေးတယ်။
- **Pearson Correlation** – Paired t-Test မှာ ဒေတာနှစ်စုကြား ဆက်စပ်မှုကို တိုင်းတာတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – သင့်တော်တဲ့ *t*-Test အမျိုးအစားကို ရွေးချယ်ခြင်းက အရေးကြီးပါတယ်။ မှားယွင်းတဲ့ စမ်းသပ်မှုကို သုံးခြင်းက လွဲမှားတဲ့ ကောက်ချက်တွေကို ဖြစ်စေနိုင်တယ်။ Excel ကို သုံးခြင်းက တွက်ချက်မှုတွေကို ရိုးရှင်းစေပေမဲ့ ရလဒ်တွေကို မှန်ကန်စွာ အနက်ဖွင့်ဆိုနိုင်ဖို့ သဘောတရားကို နားလည်ဖို့ လိုသေးတယ်။

အခန်း (၂၅) – ကွဲလွဲမှုခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာခြင်း (Analysis of Variance – ANOVA)

ANOVA ဟာ စာရင်းအင်းမှာ အသုံးဝင်ဆုံး နည်းလမ်းတွေထဲက တစ်ခုပါ။ ဒါက လူဦးရေ နှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုတဲ့ ပျမ်းမျှတွေကို နှိုင်းယှဉ်တဲ့ နည်းလမ်းပါ။

ဒေတာစုများစွာကို နှိုင်းယှဉ်တဲ့အခါ ဒေတာခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုက ပိုရှုပ်ထွေးလာတယ်။ t-test တွေကို တွဲလိုက်ပြီး လုပ်လို့ရပေမဲ့ အချိန်ကုန်ပြီး Type I error ဖြစ်နိုင်ခြေလည်း တိုးလာတယ်။

ဒီပြဿနာကို **ANOVA** နဲ့ ရှောင်ရှားနိုင်တယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့် ANOVA အတွက် လိုအပ်တဲ့ သတ်မှတ်ချက်တွေ အကုန်တွက်ဖို့က ငြီးငွေ့စရာပေမဲ့ Excel မှာ ANOVA လုပ်ထုံးလုပ်နည်း အမျိုးမျိုးအတွက် subroutine ပါတယ်။

၂၅.၁ နမူနာနှစ်ခုကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်း

ပစ္စည်း A နဲ့ ပစ္စည်း B ရဲ့ diametral tensile strength (DTS) ဒေတာ (MPa) –

ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B
20.0	22.0
28.5	24.5
29.0	25.0
30.0	25.9
30.7	26.0
30.8	26.2
31.0	27.0
32.0	27.3
33.0	28.0
42.0	33.0

Excel မှာ One-Way ANOVA လုပ်နည်း

Tools → Data Analysis → ANOVA: Single Factor ကို ရွေးပါ။

ရလဒ် –

SUMMARY

အုပ်စု	Count	Sum	Average	Variance
ပစ္စည်း A	10	307	30.7	28.6
ပစ္စည်း B	10	264.9	26.5	8.1

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	88.62	1	88.62	**4.83**	**0.04**	4.83
Within Groups	330.07	18	18.34			
Total	418.69	19				

ANOVA ရလဒ်တွေကို ဘယ်လိုဖတ်မလဲ

SS (Sum of Squares) – နှစ်ထပ်ကိန်းပေါင်းလဒ်

- **Between Groups** – အုပ်စုနှစ်ခုကြား သက်ရောက်မှု (မတူညီတဲ့ ပစ္စည်းတွေကြောင့် ဖြစ်တဲ့ ကွဲပြားမှု)
- **Within Groups** – အုပ်စုတစ်ခုစီအတွင်းက သက်ရောက်မှု (တူညီတဲ့ပစ္စည်းအတွင်းက နမူနာတွေရဲ့ကွဲပြားမှု)

df (Degrees of Freedom) – လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ

- Between Groups: $k - 1 = 2 - 1 = 1$ (k = အုပ်စုအရေအတွက်)
- Within Groups: $N - k = 20 - 2 = 18$ (N = စုစုပေါင်းနမူနာအရေအတွက်)

MS (Mean Square) – ပျမ်းမျှနှစ်ထပ်ကိန်း

- MS = SS ÷ df

- Between Groups MS = 88.62 ÷ 1 = 88.62
- Within Groups MS = 330.07 ÷ 18 = 18.34

F-statistic – $F = \frac{\text{Between Groups MS}}{\text{Within Groups MS}} = \frac{88.62}{18.34} = 4.83$

P-value – $P = 0.04$ (၄%)

F crit – $F_{\text{critical}} = 4.83$ (၅% သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်အတွက်)

ကောက်ချက် – F တန်ဖိုး (4.83) က F_{crit} (4.83) နဲ့ ညီတယ်၊ $P = 0.04 < 0.05$ မို့ ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်။

၂၅.၂ နမူနာများစွာကို နှိုင်းယှဉ်ခြင်း (Multiple Sample Comparisons)

ဥပမာ – ကလေးအုပ်စု လေးစု (တစ်စုကို ၅ ယောက်)၊ သုံးစုက ရေထဲမှာ ဖလိုရိုက်ပါတယ်၊ အုပ်စု ၃ က ဖလိုရိုက်မပါဘူး။ DMFT (decayed, missing, filled teeth) အမှတ်တွေကို နှိုင်းယှဉ်တယ်။

အုပ်စု A	အုပ်စု B	အုပ်စု C	အုပ်စု D
2	3	6	4
3	4	8	3
2	3	7	3
3	4	4	4
1	2	5	2

One-Way ANOVA ရလဒ် –

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	40.15	3	13.38	**11.64**	**0.0003**	3.239
Within Groups	18.4	16	1.15			
Total	58.55	19				

$F = 11.64$ က $F_{\text{crit}} = 3.239$ ထက် သိသိသာသာ ကြီးတယ်။ $P = 0.0003 < 0.001$ မို့ အုပ်စုလေးစုကြားမှာ အလွန်သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်။

သတိပြုရန် – ANOVA က ကွာခြားချက်ရှိကြောင်း ပြနိုင်ပေမဲ့ ဘယ်အုပ်စုတွေကြားမှာ ကွာခြားသလဲဆိုတာကို မပြနိုင်ဘူး။ ဒါကို အခန်း (၂၇) မှာ ဆွေးနွေးမယ်။

၂၅.၃ Two-Way ANOVA (အချက်နှစ်ခုပါတဲ့ ANOVA)

တစ်ခါတစ်ရံ သုတေသီက အချက်နှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုတာကို တစ်ပြိုင်နက် စူးစမ်းချင်တယ်။

ဥပမာ – ပစ္စည်းသုံးမျိုး (A, B, C) ကို မီးအလင်းရောင် သုံးမျိုး (Standard, High Intensity, Laser) နဲ့ ပျော့ပြောင်းအောင်လုပ်တယ်။ တစ်မျိုးစီအတွက် နမူနာ ၄ ခုစီ။

Excel မှာ Two-Way ANOVA လုပ်နည်း – Tools → Data Analysis → ANOVA: Two-Factor With Replication

ရလဒ် –

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Sample (မီးအလင်းရောင်)	61.93	2	30.96	**91.20**	**0.000**	3.40
Columns (ပစ္စည်းများ)	24.90	2	12.45	**36.67**	**0.000**	3.40
Interaction	2.66	4	0.664	**1.96**	**0.130**	2.73
Within	9.17	27	0.340			
Total	98.66	35				

Interaction ဆိုတာဘာလဲ

အချက် X နဲ့ Y ရဲ့သက်ရောက်မှုတွေကြား ကွာခြားချက်က X နဲ့ Y ရဲ့ပေါင်းလဒ်နဲ့ မညီတဲ့အခါ၊ ဒီမကိုက်ညီတဲ့ ကွာခြားချက်က **Interaction** ပါ။

ဒီဥပမာမှာ –

- **မီးအလင်းရောင်** – သိသာထင်ရှားတယ် ($P = 0.000$)
- **ပစ္စည်းများ** – သိသာထင်ရှားတယ် ($P = 0.000$)

- **Interaction** – မသိသာထင်ရှားဘူး ($P = 0.130$)

ဒါကြောင့် မီးအလင်းရောင်နဲ့ ပစ္စည်းတွေက ခိုင်ခံ့မှုကို သက်ရောက်ပေမဲ့ သူတို့ရဲ့ ပေါင်းစပ်သက်ရောက်မှု (interaction) က မသိသာထင်ရှားဘူး။

၂၅.၄ Replication (ပုံတူပွားခြင်း)

Replicated Data – နမူနာတစ်ခုစီပေါ်မှာ တိုင်းတာမှုတစ်ခုစီ ပြုလုပ်ထားတယ် (ဥပမာ – ပစ္စည်းတစ်မျိုးစီအတွက် နမူနာ ၄ ခု)။

Pseudoreplication – နမူနာတစ်ခုတည်းပေါ်မှာ တိုင်းတာမှုများစွာ ပြုလုပ်ခြင်း – ဒါက မမှန်ကန်ပါဘူး။

ခြွင်းချက် – အချိန်ကြာလာတာနဲ့အမျှ ပြောင်းလဲမှုကို တိုင်းတာတဲ့အခါ (ဥပမာ – သွေးဖိအား၊ ဂလူးကို့စ်အဆင့်)။

၂၅.၅ Two-Way ANOVA Without Replication (ပုံတူပွားမှုမပါတဲ့ Two-Way ANOVA)

တစ်ခါတစ်ရံ ဆဲလ်တစ်ခုစီမှာ နမူနာတစ်ခုပဲ ရှိနိုင်တယ်။

ဥပမာ –

	ပစ္စည်း A	ပစ္စည်း B	ပစ္စည်း C
Standard	12.1	11.9	11.8
High Intensity	13.3	12.7	13.7
Laser	14.3	13.8	15.4

Excel မှာ Two-Way ANOVA Without Replication လုပ်နည်း – Tools → Data Analysis → ANOVA: Two-Factor Without Replication

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows (မီးအလင်းရောင်)	9.88	2	4.94	**23.22**	**0.006**	6.944

Columns (ပစ္စည်းများ)	1.04	2	0.52	**2.45**	**0.202**	6.944
Error	0.85	4	0.213			
Total	11.78	8				

ကောက်ချက် –

- ပစ္စည်းတွေကြား ကွာခြားချက် မရှိဘူး ($P = 0.202$)
- မီးအလင်းရောင်တွေကြား ကွာခြားချက် ရှိတယ် ($P = 0.006$)

သတိပြုရန် – Replication မပါတဲ့ ANOVA က ပိုအားနည်းတယ်။ ပိုကြီးတဲ့ နမူနာအရေအတွက်နဲ့ လေ့လာမှုကို ထပ်လုပ်သင့်တယ်။

၂၅.၆ Multivariate Analysis (ကိန်းရှင်များစွာပါတဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု)

ANOVA က အလွန်အားကောင်းတဲ့ ကိရိယာတစ်ခုဖြစ်ပြီး ကော်လံများစွာ (ပစ္စည်းအမျိုးမျိုး) နဲ့ အတန်းများစွာ (ကုသမှုနည်းလမ်းမျိုးစုံ) ပါတဲ့ ဒေတာအစုတွေမှာ စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာဖို့ သုံးနိုင်တယ်။

ဒါပေမဲ့ လေ့လာမှုမှာ **အချက်များစွာ** ပါဝင်ရင် Excel ရဲ့ built-in subroutine တွေနဲ့ မလုံလောက်တော့ဘူး။ ဒီလိုအခါမျိုးမှာ အထူးပြု စာရင်းအင်းဆော့ဖ်ဝဲ ဒါမှမဟုတ် စာရင်းအင်းပညာရှင်တစ်ယောက်ရဲ့ အကူအညီ လိုအပ်တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့ အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **ANOVA က ဘာအတွက်လဲ** – အုပ်စုနှစ်ခု ဒါမှမဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုတဲ့ ပျမ်းမျှတွေကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့။
- **One-Way ANOVA** – အချက်တစ်ခုတည်းရဲ့ သက်ရောက်မှုကို စမ်းသပ်တယ် (ဥပမာ – ပစ္စည်းအမျိုးအစား)။

- **Two-Way ANOVA** – အချက်နှစ်ခုရဲ့ သက်ရောက်မှုကို တစ်ပြိုင်နက် စမ်းသပ်တယ် (ဥပမာ – ပစ္စည်းနဲ့ မီးအလင်းရောင်)။
- **Interaction** – အချက်နှစ်ခုကြား ပေါင်းစပ်သက်ရောက်မှု – Two-Way ANOVA ရဲ့ အဓိကအစိတ်အပိုင်း။
- **Replication** – ဆဲလ်တစ်ခုစီမှာ နမူနာများစွာ ရှိခြင်း – ပိုအားကောင်းတဲ့ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုကို ပေးတယ်။
- **Without Replication** – ဆဲလ်တစ်ခုစီမှာ နမူနာတစ်ခုပဲရှိတဲ့အခါ သုံးတယ် – ဒါပေမဲ့ ပိုအားနည်းတယ်။
- **Multivariate Analysis** – အချက်များစွာပါရင် အထူးပြုဆော့ဖ်ဝဲ လိုအပ်တယ်။

အဓိကသတိရစရာ – ANOVA က ကွာခြားချက်ရှိမရှိ ပြနိုင်ပေမဲ့ **ဘယ်နေရာမှာ ကွာခြားသလဲ** ဆိုတာကို မပြနိုင်ဘူး။ ဒါကို အခန်း (၂၇) မှာ ဆွေးနွေးမယ်။ Excel က ANOVA တွက်ချက်မှုတွေကို လုပ်ပေးပေမဲ့ ရလဒ်တွေကို မှန်ကန်စွာ အနက်ဖွင့်ဆိုနိုင်ဖို့ သဘောတရားကို နားလည်ဖို့ လိုသေးတယ်။

အခန်း (၂၆) – စွမ်းအားဆန်းစစ်ခြင်း (Power Analysis)

စာရင်းအင်းခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုတိုင်းမှာ စမ်းသပ်ထားတဲ့ နမူနာအရေအတွက် များလေလေ၊ ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု ပိုတိကျလေလေပါ။ နမူနာအရေအတွက် တိုးလာတာက **စမ်းသပ်မှုရဲ့စွမ်းအား (power)** ကို တိုးစေတယ်လို့ ဆိုပါတယ်။

တကယ်တော့ သိပ္ပံဂျာနယ်နဲ့ ဇီဝဆေးပညာဂျာနယ် အများအပြားရဲ့ အယ်ဒီတာ့အာဘော်ဘုတ်အဖွဲ့တွေက စာမူတင်သွင်းတဲ့ စာရေးဆရာတွေကို သူတို့လုပ်ဆောင်ခဲ့တဲ့ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုရဲ့**စွမ်းအား (power)** ကို သတ်မှတ်ဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

၂၆.၁ Type I နဲ့ Type II အမှားများ

Type I Error – မှန်တဲ့ null hypothesis (H_0) ကို ပယ်ချတဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေပါ။ ဒါက စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုရဲ့**ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားတဲ့ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် (α)** နဲ့ ညီမျှတယ်။ ဥပမာ – ၅% သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်မှာ စမ်းသပ်တဲ့အခါ Type I Error ဖြစ်နိုင်ခြေက $\alpha = 0.05$ ပါ။ (ဆိုလိုတာက H_0 မှန်ပေမဲ့ မှားတယ်လို့ ပယ်ချဖို့ အခွင့်အလမ်း ၅% ရှိတယ်)

Type II Error – မှားတဲ့ null hypothesis (H_0) ကို မပယ်ချဘဲ လက်ခံတဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေပါ။ ဒါကို β လို့ သင်္ကေတပြုတယ်။

၂၆.၂ ဥပမာ – Glass Ionomer Cement (GIC) ရဲ့ Elastic Modulus

ထုတ်လုပ်သူက GIC အသစ်တစ်ခုရဲ့ ပျမ်းမျှ elastic modulus က 25 GPa ဖြစ်ပြီး စံသွေဖည်မှု 3 GPa ရှိတယ်လို့ ဆိုတယ်။ ($\mu = 25$ GPa၊ $\sigma = 3$ GPa)

- **Null Hypothesis (H_0)** – ပျမ်းမျှ modulus က 25 GPa ပါ (ထုတ်လုပ်သူရဲ့ ပြောဆိုချက်)။
- **Alternative Hypothesis (H_1)** – ပျမ်းမျှ modulus က 25 GPa ထက် နည်းတယ် ($\mu < 25$ GPa) – လွတ်လပ်တဲ့ စမ်းသပ်ဓာတ်ခွဲခန်းရဲ့ ပြောဆိုချက်။

သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် – $\alpha = 0.05$

z-score အတွက် $z_{\text{cut-off}} = -1.645$ (ပုံမှန်မျဉ်းကွေးရဲ့ ဘယ်ဘက်အမြီးမှာ ၅% ရှိတဲ့ z တန်ဖိုး)။

$$SE_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \frac{3}{\sqrt{30}} = 0.548$$

Cut-off point (c) –

$$-1.645 = \frac{c - 25}{0.548} \Rightarrow c = 25 - (1.645 \times 0.548) = 24.1 \text{ GPa}$$

ဒါကြောင့် လွတ်လပ်တဲ့ဓာတ်ခွဲခန်းက တိုင်းတာတဲ့ ပျမ်းမျှ modulus က 24.1 GPa ထက်နည်းရင် H_0 ကို ပယ်ချပြီး H_1 ကို လက်ခံမယ်။

Type I Error ဖြစ်နိုင်ခြေ

Type I Error ဖြစ်နိုင်ခြေက $\alpha = 0.05$ (၅%) ပါ။

Type II Error ဖြစ်နိုင်ခြေ (β)

တကယ့် ပျမ်းမျှ elastic modulus (μ) က 24.5 GPa ဆိုရင် –

$$z = \frac{24.1 - 24.5}{0.548} = -0.730$$

ဇယားကနေ $z = -0.730$ ရဲ့ညာဘက်အမြီးဧရိယာက 0.267 ပါ။

$$\beta = 0.500 + 0.267 = 0.767$$

ဒါကြောင့် Type II Error ဖြစ်နိုင်ခြေက **၇၆.၇%** ပါ။ ဆိုလိုတာက ထုတ်လုပ်သူရဲ့ပြောဆိုချက်က မှားပေမဲ့ ($\mu = 24.5$ GPa) လွတ်လပ်တဲ့ဓာတ်ခွဲခန်းက ဒီပြောဆိုချက်ကို မပယ်ချနိုင်တဲ့ အခွင့်အလမ်း ၇၇% ရှိတယ်။

နမူနာအရေအတွက် တိုးလာရင် ဘာဖြစ်မလဲ

$N = 60$ ဆိုရင် –

$$SE_{\bar{x}} = \frac{3}{\sqrt{60}} = 0.387$$

$$c = 25 - (1.645 \times 0.387) = 24.36 \text{ GPa}$$

တကယ့် $\mu = 24.5$ GPa ဆိုရင် –

$$z = \frac{24.36 - 24.5}{0.387} = -0.362$$
$$\beta = 0.500 + 0.141 = 0.641$$

Type II Error က **၆၄.၁%** ကို ကျဆင်းသွားတယ် (နမူနာအရေအတွက် ၃၀ ကနေ ၆၀ တိုးလာတဲ့အခါ)။

တကယ့် $\mu = 23$ GPa ဆိုရင်

$$z = \frac{24.1 - 23}{0.548} = 2.01$$
$$\beta = 0.500 - 0.478 = 0.022$$

Type II Error က **၂.၂%** ပါ။

၂၆.၃ စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုရဲ့စွမ်းအား (Power)

စွမ်းအား (Power) = $1 - \beta$

စွမ်းအားက စမ်းသပ်မှုက H_0 မှားတဲ့အခါ H_0 ကို မှန်ကန်စွာ ပယ်ချနိုင်တဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေပါ။

အခြေအနေ	β	Power ($1 - \beta$)
$N = 30, \mu = 24.5$	0.767	0.233 (၂၃.၃%)
$N = 60, \mu = 24.5$	0.641	0.359 (၃၅.၉%)
$N = 30, \mu = 23$	0.022	0.978 (၉၇.၈%)

သတိပြုရန် – သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် α မြင့်လာတာနဲ့အမျှ စမ်းသပ်မှုရဲ့စွမ်းအား ကျဆင်းသွားတယ်။

၂၆.၄ t-Test ရဲ့စွမ်းအားကို ခန့်မှန်းခြင်း

ထုတ်လုပ်သူက ပျမ်းမျှ ခိုင်ခံ့မှု 32 MPa လို့ ဆိုထားတယ်။ နမူနာ ၁၀ ခု ($N = 10$) ကို စမ်းသပ်တယ်။

ခိုင်ခံ့မှု (MPa)

29.4, 29.9, 30.1, 30.6, 30.7, 30.9, 31.5, 31.9, 32.7, 33.3, 34.1, 36.8

	တန်ဖိုး
ပျမ်းမျှ	31.8
စံသွေဖည်မှု	2.1
ကွဲလွဲမှု	4.5

အနည်းဆုံး ကွာခြားချက် 2 MPa ကို သိရှိနိုင်တဲ့ စွမ်းအားကို တွက်ချက်တယ်။

$$t_{\beta(1),df} = \frac{\delta}{\sqrt{s^2/N}} - t_{\alpha(2),df}$$

ဒီမှာ –

- $\delta = 2.0$ (ကွာခြားချက်)
- $t_{\alpha(2),df} = 2.262$ (နှစ်ဘက်သွားစမ်းသပ်မှုအတွက် t တန်ဖိုး)
- $s^2 = 4.5$
- $N = 10$
- $df = 9$

$$t_{\beta(1),9} = \frac{2.0}{\sqrt{4.5/10}} - 2.262 = 0.719$$

$df = 9$ အတွက် $\beta > 0.20$ မို့ စွမ်းအား $(1 - \beta) < 0.80$ ဖြစ်တယ်။ ပိုတိကျတဲ့ ခန့်မှန်းချက်က **စွမ်းအား = ၇၆%**။

၂၆.၅ လိုအပ်တဲ့ နမူနာအရေအတွက်ကို ခန့်မှန်းခြင်း

2.0 MPa ကွာခြားချက်ကို ၉၀% ဖြစ်နိုင်ခြေနဲ့ သိရှိနိုင်ဖို့ လိုအပ်တဲ့ နမူနာအရေအတွက် –

$$N = \frac{s^2}{\delta^2} \times \left(t_{\alpha(2),df} + t_{\beta(1),df}\right)^2$$
$$N = \frac{4.5}{2.0^2} \times (2.262 + 1.383)^2 = 14.95$$

ဒါကြောင့် အနည်းဆုံး နမူနာ **၁၅** ခု လိုအပ်တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **စွမ်းအား (Power)** = $1 - \beta$ – စမ်းသပ်မှုက H_0 မှားတဲ့အခါ H_0 ကို မှန်ကန်စွာ ပယ်ချနိုင်တဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေ။
- **Type I Error (α)** – H_0 မှန်ပေမဲ့ ပယ်ချတာ။
- **Type II Error (β)** – H_0 မှားပေမဲ့ လက်ခံတာ။
- **နမူနာအရေအတွက်** – N တိုးလာတာနဲ့ β ကျဆင်းပြီး စွမ်းအား တိုးလာတယ်။
- **ကွာခြားချက်ကြီးလေ** – သိရှိနိုင်တဲ့ စွမ်းအား ပိုမြင့်လေလေ။
- **သိသာထင်ရှားမှုအဆင့် (α)** – နည်းလေ၊ စွမ်းအား နည်းလေ (ဒါပေမဲ့ Type I Error လည်း နည်းတယ်)။

အဓိကသတိရစရာ – လေ့လာမှုတစ်ခုကို ဒီဇိုင်းဆွဲတဲ့အခါ **စွမ်းအားခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု (power analysis)** က အရေးကြီးပါတယ်။ ဒါက လေ့လာမှုက တကယ့်ကွာခြားချက်တွေကို သိရှိနိုင်ဖို့ လုံလောက်တဲ့ နမူနာအရေအတွက်ရှိကြောင်း သေချာစေတယ်။ နမူနာအရေအတွက် နည်းလွန်းရင် တကယ်ရှိတဲ့ ကွာခြားချက်တွေကို သိရှိနိုင်မှာ မဟုတ်ဘူး။ နမူနာအရေအတွက် များလွန်းရင် အရင်းအမြစ်တွေ ဖြုန်းတီးမိနိုင်တယ်။

အခန်း (၂၇) – အမျိုးမျိုးသော နှိုင်းယှဉ်မှုများ (Multiple Comparisons)

အခန်း (၂၅) မှာ ANOVA က ဒေတာတွေကြားမှာ ကွာခြားချက်ရှိတယ်ဆိုတာ ညွှန်ပြနိုင်ပေမဲ့ ဒီကွာခြားချက်တွေရဲ့ **ရင်းမြစ်** ကို ဖော်ထုတ်ဖို့ နောက်ထပ် စမ်းသပ်မှုတွေ လိုအပ်တယ်လို့ ဆွေးနွေးခဲ့တယ်။ ဒီလိုနောက်ဆက်တွဲ စမ်းသပ်မှုတွေကို **post hoc** သို့မဟုတ် **a posteriori** စမ်းသပ်မှုတွေလို့ ခေါ်တယ်။

ကံမကောင်းစွာပဲ Excel မှာ Multiple Comparison Testing ကို လုပ်ဆောင်နိုင်စွမ်း မပါဝင်ပါဘူး။ ဒါကြောင့် **ProStat** ဆိုတဲ့ ဆော့ဖ်ဝဲကို သုံးပြီး ဥပမာတွေ ပြပါမယ်။

၂၇.၁ ဥပမာ – ပစ္စည်းသုံးမျိုးနဲ့ မီးအလင်းရောင် သုံးမျိုး

ပစ္စည်း A၊ B၊ C ကို မီးအလင်းရောင် သုံးမျိုး (Standard၊ High Intensity၊ Laser) နဲ့ ပျော့ပြောင်းအောင်လုပ်တယ်။ တစ်ခုစီအတွက် နမူနာ ၄ ခုစီ။

ဒေတာတွေကို ပြန်စီစဉ်ရပါမယ်။

အုပ်စု	Standard	High Intensity	Laser
Material A	12.7, 13.3, 12.8, 11.9	13.9, 14.1, 14.3, 13.1	15.3, 16.2, 14.9, 16.4
Material B	12.9, 14.2, 13.7, 13.4	13.7, 15.1, 14.9, 15.2	15.8, 16.3, 16.5, 15.7
Material C	13.9, 14.5, 13.7, 14.1	15.7, 16.4, 16.9, 15.3	19.7, 20.1, 21.3, 20.5

ProStat မှာ ဒေတာတွေကို အုပ်စု ၉ ခုအဖြစ် ပြန်စီပြီး ထည့်ပါတယ်။

၂၇.၂ ProStat မှာ Multiple Comparison Test လုပ်နည်း

၁။ ဒေတာတွေကို ProStat စာရင်းဇယားထဲ ကူးထည့်ပါ။

၂။ စမ်းသပ်ချင်တဲ့ ဒေတာကော်လံတွေကို မီးမောင်းထိုးပါ။

၃။ Statistics → Multiple Comparisons ကိုသွားပြီး **Scheffe** စမ်းသပ်မှုကို ရွေးပါ။

၄။ OK နှိပ်ပါ။

၂၇.၃ ProStat ရဲ့ Scheffe Test Report ကို ဘယ်လိုဖတ်မလဲ

Report မှာ ပါတဲ့ အချက်အလက်တွေ –

(က) Selected Data Columns

- ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာထားတဲ့ ကော်လံတွေကို ပြတယ်။
- ကော်လံတစ်ခုစီရဲ့ ပျမ်းမျှ၊ ကွဲလွဲမှု၊ နဲ့ စံသွေဖည်မှုတွေကို ပေးတယ်။

(ခ) One-Way ANOVA

- ကော်လံတွေကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်ဆိုတာ ပြတယ်။

(ဂ) Scheffe's Method – Means in Ascending Order

- ကော်လံတွေရဲ့ ပျမ်းမျှတွေကို အတက်အစဉ်လိုက် စီထားတယ်။
- ပျမ်းမျှတွေကြား ဂဏန်းသင်္ချာကွာခြားချက်တွေကို matrix နဲ့ ပြတယ်။

(ဃ) Rejection Matrix

- H_0 ကို ပယ်ချတဲ့ နှိုင်းယှဉ်မှုတွေကို ပြတယ် (ဆိုလိုတာက စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်)။
- ဥပမာ – "Material B – High Intensity" နဲ့ "Material A – Standard" ကြားမှာ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ်။

(c) Probability Matrix

- လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ ကွာခြားချက်က တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်တဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေကို ပြတယ်။
- ဥပမာ – "Material B – High Intensity" နဲ့ "Material A – Standard" ကြားမှာ ဖြစ်နိုင်ခြေက $P = 0.015$။

(ဇ) Critical Range Matrix

- ၉၅% ယုံကြည်မှုအဆင့်မှာ ပျမ်းမျှတွေကြား ကွာခြားချက်ရဲ့ အရေးပါတဲ့ အတိုင်းအတာကို ပြတယ်။

၂၇.၄ Multiple Comparison Test ရလဒ်တွေကို အနက်ဖွင့်ဆိုခြင်း

ဥပမာ – High Intensity Light အတွက် နှိုင်းယှဉ်မှု

နှိုင်းယှဉ်မှု	ကွာခြားချက်	P-value	သိသာထင်ရှားမှု
Material A vs B	0.88	> 0.05	မသိသာထင်ရှားဘူး
Material B vs C	1.36	> 0.05	မသိသာထင်ရှားဘူး
Material A vs C	**2.24**	**0.006**	**သိသာထင်ရှားတယ်**

ဥပမာ – Laser Light အတွက် နှိုင်းယှဉ်မှု

နှိုင်းယှဉ်မှု	ကွာခြားချက်	P-value	သိသာထင်ရှားမှု
Material A vs B	0.38	> 0.05	မသိသာထင်ရှားဘူး
Material A vs C	**3.69**	**0.000**	**သိသာထင်ရှားတယ်**
Material B vs C	**3.31**	**0.000**	**သိသာထင်ရှားတယ်**

ကောက်ချက် – Laser light နဲ့ ပျော့ပြောင်းတဲ့ Material C က သိသိသာသာ ပိုခိုင်ခံ့တယ်။ ဒါက Material C မှာ ပါတဲ့ laser-sensitive catalyst က ရည်ရွယ်ထားတဲ့ အာနိသင်ရှိကြောင်း ပြတယ်။

၂၇.၅ Multiple Comparison Test အမျိုးအစားများ

အောက်ပါဇယားက သာမာန် Multiple Comparison Test တွေကို နှိုင်းယှဉ်ထားတယ် –

စမ်းသပ်မှုအမည်	အားသာချက်	အားနည်းချက်	ဘယ်အချိန်သုံးမလဲ
Fischer's LSD	တွက်ရလွယ်တယ်၊ ရိုးရှင်းတယ်	အနည်းဆုံး ထိန်းသိမ်းမှုရှိတယ် (သိပ်တင်းကျပ်မှုမရှိဘူး)	ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားတဲ့ နှိုင်းယှဉ်မှုအနည်းငယ်အတွက်

Bonferroni	တွက်ရလွယ်တယ်	အလွန်အကျွံ ထိန်းသိမ်းမှုရှိတယ် (သိပ်တင်းကျပ်တယ်)	နှိုင်းယှဉ်မှုများစွာ လုပ်တဲ့အခါ
Scheffe	အထူးသဖြင့် အမျိုးမျိုးသော ဆန့်ကျင်ဘက်စမ်းသပ်မှုတွေ အတွက် သင့်တော်တယ်	Tukey ထက် နည်းနည်း ထိန်းသိမ်းမှုနည်းတယ်	ဒေတာအစုတစ်ခုအတွင်းက ဆန့်ကျင်ဘက်များစွာ စိတ်ဝင်စားတဲ့အခါ
Tukey HSD	ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့် လက်ခံထားတယ်၊ ထိန်းသိမ်းမှု မြင့်တယ်	သိပ်တင်းကျပ်တယ်	အုပ်စုတွဲလိုက် (pairwise) နှိုင်းယှဉ်မှုတွေအတွက် အကောင်းဆုံး
Newman-Keuls	Tukey နဲ့ ဆင်တယ်	ကွဲပြားတဲ့ အရေးပါတန်ဖိုးကို တွက်တယ်	နှိုင်းယှဉ်မှုတွေအတွက် ကွဲပြားတဲ့ သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်တွေ လိုတဲ့အခါ
Duncan	မကြာခဏ သုံးတယ်	သိပ်လွတ်လပ်တယ်လို့ ဝေဖန်ခံရတယ် (သိပ်တင်းကျပ်မှုမရှိဘူး)	သီအိုရီအခြေခံက ကွဲပြားတဲ့အခါ
Dunnett	အုပ်စုအားလုံးကို ရည်ညွှန်းအုပ်စုတစ်ခုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အထူးဒီဇိုင်းဆွဲထားတယ်	တခြားအုပ်စုတွေကြား နှိုင်းယှဉ်မှုတွေ မလုပ်ဘူး	အုပ်စုအားလုံးကို ထိန်းချုပ်အုပ်စုတစ်ခုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ချင်တဲ့အခါ

၂၇.၆ သတိပြုရမယ့်အချက်များ

- **နမူနာအရွယ်အစား** – တူညီတဲ့ နမူနာအရွယ်အစားတွေကို သုံးသင့်တယ်။
- **ဒေတာဖြန့်ဖြူးမှု** – ပုံမှန်ဖြန့်ဖြူးမှု (normal distribution) လိုအပ်တယ်။
- **ဒေတာက ပုံမှန်မဟုတ်ရင်** – ဒေတာအမှတ်တွေရဲ့ လော်ဂရစ်သမ် (logarithms) ကို သုံးနိုင်တယ်။
- **ကွဲလွဲမှုတွေ မညီမျှရင်** – အထူးနည်းလမ်းတွေ လိုအပ်တယ်။
- N **တန်ဖိုးတွေ မညီမျှရင်** – အထူးနည်းလမ်းတွေ လိုအပ်တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Multiple Comparison Tests** – ANOVA က ကွာခြားချက်ရှိတယ်လို့ ပြပြီးတဲ့အခါ **ဘယ်အုပ်စုတွေကြားမှာ ကွာခြားသလဲ** ဆိုတာကို ဖော်ထုတ်ဖို့ သုံးတယ်။
- **Excel က ဒါကို မလုပ်နိုင်ဘူး** – ProStat လိုမျိုး အထူးပြုဆော့ဖ်ဝဲ လိုအပ်တယ်။
- **စမ်းသပ်မှုအမျိုးမျိုး** – Fischer's LSD၊ Bonferroni၊ Scheffe၊ Tukey HSD၊ Newman-Keuls၊ Duncan၊ Dunnett – တစ်ခုချင်းစီမှာ အားသာချက်/အားနည်းချက်တွေ ရှိတယ်။
- **Scheffe** – အထူးသဖြင့် အမျိုးမျိုးသော ဆန့်ကျင်ဘက်စမ်းသပ်မှုတွေအတွက် သင့်တော်တယ်။
- **Tukey HSD** – အုပ်စုတွဲလိုက် နှိုင်းယှဉ်မှုတွေအတွက် အကောင်းဆုံး။
- **Dunnett** – အုပ်စုအားလုံးကို ထိန်းချုပ်အုပ်စုတစ်ခုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အကောင်းဆုံး။

အဓိကသတိရစရာ – Multiple Comparison Test ရဲ့ ရွေးချယ်မှုက သုတေသနမေးခွန်း၊ ဒေတာရဲ့ သဘောသဘာဝ၊ နဲ့ လုပ်ချင်တဲ့ နှိုင်းယှဉ်မှုအမျိုးအစားပေါ် မူတည်ပါတယ်။
စာရင်းအင်းပညာရှင်တစ်ယောက်ရဲ့အကြံဉာဏ်က သင့်တော်တဲ့ စမ်းသပ်မှုကို ရွေးဖို့ အမြဲတမ်း တန်ဖိုးရှိပါတယ်။

အခန်း (၂၈) – Chi-Square Test (χ^2 Test)

Chi-square test (χ^2 test) က သုတေသီတစ်ယောက်က ဒေတာနမူနာတစ်ခုက သတ်မှတ်ထားတဲ့ သီအိုရီဖြန့်ဖြူးမှုတစ်ခုနဲ့ ကိုက်ညီမှုရှိမရှိ ဆုံးဖြတ်ချင်တဲ့အခါ သုံးတဲ့ နည်းလမ်းတစ်ခုပါ။
ဒီနည်းလမ်းကို **goodness of fit analysis** လို့ ခေါ်တယ်။

တစ်နည်းအားဖြင့် ဒီနည်းလမ်းက **သီးခြားဖြန့်ဖြူးမှုတွေ (discrete distributions)** ကြားက ကွာခြားချက်ကို စမ်းသပ်ဖို့ သုံးတယ်။

၂၈.၁ Chi-Square Test ရဲ့အသုံးပြုပုံ နှစ်မျိုး

(က) နမူနာဖြန့်ဖြူးမှုကို မျှော်လင့်ထားတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုနဲ့ နှိုင်းယှဉ်ခြင်း

(ခ) နမူနာဖြန့်ဖြူးမှုနှစ်ခုကို အချင်းချင်း နှိုင်းယှဉ်ခြင်း

၂၈.၂ Chi-Square Test ရဲ့ကန့်သတ်ချက်များ

၁။ **Nominal scale data** (အမျိုးအစားခွဲထားတဲ့ ဒေတာ) ပေါ်မှာပဲ စမ်းသပ်လို့ရတယ် – ဥပမာ – ဒင်္ဂါးပြားလှန်တဲ့အခါ "ခေါင်း" နဲ့ "အမြီး" အရေအတွက်။
၂။ စမ်းသပ်နေတဲ့ null hypothesis ရဲ့တိကျတဲ့ ကြေညာချက် ရှိရမယ်။

၂၈.၃ Chi-Square Statistic ကို တွက်ချက်နည်း

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(O - E)^2}{E}$$

ဒီမှာ –

- O = လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ ကြိမ်နှုန်း (observed frequency)
- E = မျှော်လင့်ထားတဲ့ (သီအိုရီအရ) ကြိမ်နှုန်း (expected frequency)

χ^2 တန်ဖိုးကြီးရင် null hypothesis (H_0: လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုက မျှော်လင့်ထားတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုကနေ ရေးဆွဲထားတာ) မဖြစ်နိုင်ဘူးလို့ ဆိုလိုတယ်။

၂၈.၄ ဥပမာ – Mendel ရဲ့ပဲစေ့စမ်းသပ်မှု

Mendel ရဲ့ ကျော်ကြားတဲ့ ပဲစေ့စမ်းသပ်မှုမှာ ပဲစေ့အမျိုးအစားတွေက ၉:၃:၃:၁ အချိုးအတိုင်း ပေါက်သင့်တယ်လို့ သီအိုရီထားတယ်။

	အဝိုင်းနဲ့ အဝါ	အဝိုင်းနဲ့ အစိမ်း	တွန့်နဲ့ အဝါ	တွန့်နဲ့ အစိမ်း
လေ့လာတွေ့ရှိထားတာ (O)	315	108	101	32
မျှော်လင့်ထားတာ (E)	313	104	104	35

Excel မှာ χ^2 တွက်နည်း –

$(O-E)^2/E$ တန်ဖိုးတွေကို တွက်ပြီး ပေါင်းတယ် –

	အဝိုင်း/အဝါ	အဝိုင်း/အစိမ်း	တွန့်/အဝါ	တွန့်/အစိမ်း
$(O-E)^2/E$	0.013	0.154	0.087	0.257

$$\chi^2 = 0.013 + 0.154 + 0.087 + 0.257 = 0.510$$

df **(လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ)** = $(rows-1) \times (columns-1) = (4-1) \times (2-1) = 3$

χ^2 ဇယားက $df = 3$ အတွက် $\chi^2_{0.05,3} = 7.81$ ဆိုတာ ပြတယ်။

တွက်ချက်ထားတဲ့ $\chi^2 = 0.510$ က 7.81 ထက် သိသိသာသာ နည်းတယ်။ ဒါကြောင့် **Mendel ရဲ့ တွေ့ရှိချက်တွေက သူ့ရဲ့သီအိုရီနဲ့ ကိုက်ညီတယ်** – H_0 ကို လက်ခံတယ်။

Excel က CHISQ.TEST သုံးနည်း – $P = 0.92$ (၉၂%) ထွက်လာတယ် – ဒီကွာခြားချက်က တိုက်ဆိုင်မှုကြောင့် ဖြစ်နိုင်ခြေ ၉၂% ရှိတယ်လို့ ဆိုလိုတယ်။

၂၈.၅ ProStat ကို သုံးပြီး Chi-Square Test လုပ်ခြင်း

ProStat က χ^2 တန်ဖိုး၊ လွတ်လပ်မှုဒီဂရီ၊ နဲ့ ဖြစ်နိုင်ခြေကို တွက်ပေးတယ်။

ProStat က **case (a)** (လေ့လာတွေ့ရှိထားတာနဲ့ မျှော်လင့်ထားတာ) အတွက် "one binned" လို့ ခေါ်တယ်။

case (b) (ဖြန့်ဖြူးမှုနှစ်ခုက လွတ်လပ်သလား) အတွက် "two binned" လို့ ခေါ်တယ်။

၂၈.၆ ဥပမာ – Periodontitis ကုသမှုနှစ်ခု

လူနာ ၂၀ စီကို ကုသမှု A နဲ့ B ပေးတယ်။

	အကျိုးရှိတယ်	အကျိုးမရှိဘူး
ကုသမှု A	15	5
ကုသမှု B	13	7

ချဉ်းကပ်နည်း ၁ – ကုသမှုနှစ်ခုလုံးက လူနာ ၇၀% ကို အကျိုးပြုမယ်လို့ ခန့်မှန်းတယ်။

	အကျိုးရှိတယ်	အကျိုးမရှိဘူး
လေ့လာတွေ့ရှိထားတာ	15, 13	5, 7
မျှော်လင့်ထားတာ	14, 14	6, 6

ProStat က **one binned** အတွက် $\chi^2 = 0.92$ နဲ့ $P = 0.92$ ကို ပြတယ်။

ချဉ်းကပ်နည်း ၂ – ဒေတာကို 2×2 ဇယားအဖြစ် ထည့်တယ်။

	ကုသမှု A	ကုသမှု B
အကျိုးရှိတယ်	15	13
အကျိုးမရှိဘူး	5	7

ProStat က **two binned** အတွက် $\chi^2 = 0.92$ နဲ့ $P = 0.92$ ကို ပြတယ်။

$P > 0.05$ မို့ H_0 **ကို လက်ခံတယ်** – ကုသမှုနှစ်ခုကြား သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်မရှိဘူး။

၂၈.၇ Yates' Correction

χ^2 စမ်းသပ်မှုက ဆဲလ်တစ်ခုစီမှာ မျှော်လင့်ထားတဲ့တန်ဖိုး $E \geq 5$ ဖြစ်ဖို့ လိုအပ်တယ်။
ဒီလိုမဖြစ်ရင် **Yates' correction** ကို သုံးနိုင်တယ်။

Yates' correction လုပ်နည်း – လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့တန်ဖိုးတွေထဲက မျှော်လင့်ထားတာထက် ပိုတဲ့တန်ဖိုးတွေကို ၀.၅ လျှော့ပြီး မျှော်လင့်ထားတာထက် နည်းတဲ့တန်ဖိုးတွေကို ၀.၅ တိုးတယ်။

ဥပမာ –

	အကျိုးရှိတယ်	အကျိုးမရှိဘူး
ဆေး A	4	46
ဆေး B	8	42

မူရင်းဒေတာအတွက် $\chi^2 = 1.515, P = 0.679$

Yates' correction လုပ်ပြီးနောက် $\chi^2 = 0.852, P = 0.837$

ဒီဥပမာမှာ Yates' correction က သိသာထင်ရှားမှုအဆင့်ကို သိပ်မသက်ရောက်ဘူး။ ဒါပေမဲ့ χ^2 က သိသာထင်ရှားမှုနဲ့ နီးနေရင် Yates' correction က မလိုအပ်ဘဲ သိသာထင်ရှားတယ်လို့ မပြောမိအောင် ကာကွယ်ပေးတယ်။

၂၈.၈ Bartlett's Test

အခန်း (၂၇) မှာ **Bartlett's χ^2 test for homogeneity of variance** အကြောင်း ဖော်ပြခဲ့တယ်။ ဒါက နမူနာအားလုံးက တူညီတဲ့ ကွဲလွဲမှုရှိတဲ့ လူဦးရေတွေကနေ ရေးဆွဲထားသလား ဆုံးဖြတ်တယ်။

- **Homoscedasticity** – ကွဲလွဲမှုတွေ ညီမျှတယ်။
- **Heteroscedasticity** – ကွဲလွဲမှုတွေ မညီမျှဘူး။

Bartlett's test က ProStat မှာ multiple comparison လုပ်တဲ့အခါ အလိုအလျောက် တွက်ပေးတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Chi-Square Test က ဘာအတွက်လဲ** – အမျိုးအစားခွဲထားတဲ့ ဒေတာ (categorical data) နှစ်စုကြား ဆက်စပ်မှုကို စမ်းသပ်ဖို့။

- **Goodness of Fit** – လေ့လာတွေ့ရှိထားတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုက သီအိုရီအရ မျှော်လင့်ထားတဲ့ ဖြန့်ဖြူးမှုနဲ့ ကိုက်ညီမှုရှိမရှိ စမ်းသပ်ဖို့။
- **ဖြစ်ရပ်နှစ်ခု** – (က) လေ့လာတွေ့ရှိထားတာနဲ့ မျှော်လင့်ထားတာ၊ (ခ) ဖြန့်ဖြူးမှုနှစ်ခုက လွတ်လပ်သလား။
- **ကန့်သတ်ချက်** – Nominal data အတွက်ပဲ သင့်တော်တယ်။
- **Yates' Correction** – ဆဲလ်တွေမှာ မျှော်လင့်ထားတဲ့တန်ဖိုး < 5 ဖြစ်ရင် သုံးတယ်။
- **Bartlett's Test** – ကွဲလွဲမှုတွေ ညီမျှမညီမျှ စမ်းသပ်ဖို့။

အဓိကသတိရစရာ – Chi-square test က အမျိုးအစားခွဲထားတဲ့ ဒေတာအတွက် အလွန်အသုံးဝင်ပေမဲ့ ဆဲလ်တစ်ခုစီမှာ မျှော်လင့်ထားတဲ့တန်ဖိုး လုံလောက်တယ်ဆိုတာ သေချာဖို့ လိုတယ်။ Yates' correction က ဒီလိုအချက်ကို ဂရုစိုက်ဖို့ ကူညီပေးတယ်။

အခန်း (၂၉) – ဆက်စပ်မှုနှင့် ဆုတ်ယုတ်ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှု (Correlation and Regression)

များစွာသော အခြေအနေတွေမှာ **ဒေတာနှစ်စုကြား ဆက်စပ်မှုအတိုင်းအတာ (degree of association)** ကို အကဲဖြတ်ခြင်းက အသုံးဝင်ပါတယ်။ ဒီလိုဆက်စပ်မှုရဲ့ ပုံမှန်ဥပမာတွေက –

- အရပ်နဲ့ အလေးချိန်
- မိဘနဲ့ သားသမီးရဲ့ IQ အမှတ်များ
- ဖလိုရိုက်စားသုံးမှုနဲ့ သွားပိုးစားခြင်း

တိကျတဲ့ အပြန်အလှန်ဆက်စပ်မှုတွေက ရှားပေမဲ့ ဆက်စပ်မှု ဒါမှမဟုတ် ဆက်နွယ်မှု အတိုင်းအတာတစ်ခုကတော့ အတော်လေး အဖြစ်များပါတယ်။

ဆက်စပ်မှုကိန်းဂဏန်း (Coefficient of Correlation – R**)** က ဆက်စပ်မှုအတိုင်းအတာကို ဖော်ပြတယ်။

- $R = 1$ – ပြီးပြည့်စုံတဲ့ အပြုသဘောဆက်စပ်မှု (perfect positive correlation)
- $R = 0$ – ဆက်စပ်မှု လုံးဝမရှိဘူး
- $R = -1$ – ပြီးပြည့်စုံတဲ့ အနုတ်သဘောဆက်စပ်မှု (perfect negative correlation)

၂၉.၁ Scatter Plot ကို အသုံးပြုခြင်း

ဒေတာတွေကို **scatter plot** (အမှတ်စုကြဲဂရပ်) အဖြစ် ပုံဖော်တဲ့အခါ ဆက်စပ်မှုအတိုင်းအတာကို ကြည့်လို့ရတယ်။

ပုံစံ	ဆက်စပ်မှု	R တန်ဖိုး
ကျပန်းပြန့်ကျဲနေတယ်	ဆက်စပ်မှုမရှိဘူး	$R = 0$
တစ်စိတ်တစ်ပိုင်း စုစည်းနေတယ်	တစ်စိတ်တစ်ပိုင်း ဆက်စပ်မှုရှိတယ်	$0 < R < 1$
မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း နီးနီးကပ်ကပ် ရှိတယ်	နီးကပ်စွာ ဆက်စပ်မှုရှိတယ်	$R \to 1$

၂၉.၂ ဥပမာ – အရပ်နဲ့ အလေးချိန်

ကျောင်းသား ၁၂ ယောက်ရဲ့ အရပ်နဲ့ အလေးချိန် –

အရပ် (စင်တီမီတာ)	အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်)
142.2	36.4
144.8	34.1
147.3	36.8
147.3	37.7
149.9	37.3
152.4	40.9
154.0	42.0
157.5	42.3
162.6	43.6
163.0	44.5
167.6	49.0
170.2	48.0

ဒေတာတွေကို scatter plot ဆွဲပြီး **trend line** ထည့်တဲ့အခါ –

- Trend line က **မျဉ်းဖြောင့် (linear)** ဖြစ်တယ်။
- ဆက်စပ်မှုကို မျဉ်းဖြောင့်ညီမျှခြင်းနဲ့ ဖော်ပြနိုင်တယ် –

$$Y = a + bX$$

ဒီမှာ –

- Y = မှီခိုကိန်းရှင် (အလေးချိန်)
- X = လွတ်လပ်ကိန်းရှင် (အရပ်)
- a = intercept (မျဉ်းဖြောင့်က Y-ဝင်ရိုးကို ဖြတ်တဲ့နေရာ)

- b = slope (မျဉ်းဖြောင့်ရဲ့စောင်းမှု)

ဒီကိစ္စမှာ **positive correlation** (အပြုသဘောဆက်စပ်မှု) ရှိတယ် – အရပ်မြင့်လေလေ အလေးချိန်လည်း များလေလေ။

၂၉.၃ Least-Squares Line (အနည်းဆုံးနှစ်ထပ်ကိန်းမျဉ်း)

Trend line ရဲ့ **goodness of fit** (ဒေတာတွေကို ဘယ်လောက်ကောင်းကောင်း ကိုက်ညီသလဲ) က ဒေတာအမှတ်တစ်ခုစီရဲ့သွေဖည်မှု (d) ရဲ့နှစ်ထပ်ကိန်းပေါင်းလဒ်နဲ့ ဆုံးဖြတ်တယ်။

Fit ကောင်းလေလေ $\sum d^2 \to 0$ ဖြစ်လေလေ။

အကောင်းဆုံး fit ရှိတဲ့ မျဉ်းကို **least-squares line (LSL)** လို့ ခေါ်တယ်။

a နဲ့ b ကို တွက်ချက်နည်း –

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$
$$b = \frac{N(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

Excel မှာ ဒါတွေကို တွက်နည်း – regression analysis tool ကို သုံးပါ။

ဒီဥပမာအတွက် –

$$Y = -35.721 + 0.496X$$

ဆိုလိုတာက – ကျောင်းသားတစ်ယောက်ရဲ့အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်) = $\left(0.496 \times \text{အရပ်}\right) - 35.721$

၂၉.၄ ဆက်စပ်မှုကိန်းဂဏန်း (Coefficient of Correlation – R)

Y ဒေတာရဲ့စုစုပေါင်းကွဲပြားမှု (total variation) –

$$\text{Total variation of } Y = \Sigma(Y - \bar{Y})^2$$

ဒါကို နှစ်ပိုင်းခွဲနိုင်တယ် –

၁။ **Unexplained (random) variation** – $\Sigma(Y - Y_c)^2$ (ကျပန်းပြောင်းလဲမှု)

၂။ **Explained variation** – $\Sigma(Y_c - \bar{Y})^2$ (ကြိုတင်ခန့်မှန်းလို့ရတဲ့ ပြောင်းလဲမှု)

Coefficient of Determination (R^2) –

$$R^2 = \frac{\text{Explained variation}}{\text{Total variation}}$$

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

Coefficient of Correlation (R) –

$$R = \sqrt{R^2}$$

$$-1 \leq R \leq 1$$

၂၉.၅ Excel ကို သုံးပြီး Correlation နဲ့ Regression လုပ်ခြင်း

Tools → Data Analysis → Correlation ကို ရွေးပါ။

ရလဒ် –

	အရပ် (စင်တီမီတာ)	အလေးချိန် (ကီလိုဂရမ်)
အရပ်	1	0.966
အလေးချိန်	0.966	1

$R = 0.966$ – ဆက်စပ်မှု ၉၆.၆% ရှိတယ် (အရမ်းနီးကပ်တယ်)။

၂၉.၆ Regression Analysis – အပြည့်အစုံအစီရင်ခံစာ

Tools → Data Analysis → Regression ကို ရွေးပါ။

ရလဒ် –

Regression Statistics	
Multiple R	0.966

R^2	0.934
Adjusted R^2	0.927
Standard Error	1.277
Observations	12

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept (a)	-35.721	6.473	-5.519	0.000
Height (b)	0.496	0.042	11.880	0.000

$R = 0.966, P < 0.001$ – ဆက်စပ်မှုက စာရင်းအင်းအရ အလွန်သိသာထင်ရှားတယ်။

၂၉.၇ ဆက်စပ်မှုကိန်းဂဏန်းရဲ့စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှု

R ရဲ့စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုကို t-statistic နဲ့ စမ်းသပ်နိုင်တယ် –

$$t = \frac{R \times \sqrt{N-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

ဒါက $df = N - 2$ နဲ့ Student's t distribution ကို လိုက်နာတယ်။

ဒီဥပမာအတွက် –

$$t = \frac{0.966 \times \sqrt{10}}{\sqrt{1-0.934}} = \frac{0.966 \times 3.162}{0.257} = 11.88$$

$P < 0.001$ – အလွန်သိသာထင်ရှားတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Correlation (R)** – ကိန်းရှင်နှစ်ခုကြား ဆက်စပ်မှုရဲ့အားကို တိုင်းတာတယ် (-1 ကနေ $+1$ အထိ)။
- **Positive Correlation** – တစ်ခုတိုးလာတာနဲ့ တစ်ခုလည်း တိုးလာတယ်။

- **Negative Correlation** – တစ်ခုတိုးလာတာနဲ့ တစ်ခုက ကျဆင်းသွားတယ်။
- **Regression Line** – $Y = a + bX$ – ကိန်းရှင်တစ်ခုကနေ တစ်ခုကို ခန့်မှန်းဖို့ သုံးတယ်။
- R^2 **(Coefficient of Determination)** – မှီခိုကိန်းရှင်ရဲ့ ကွဲပြားမှုရဲ့ ရာခိုင်နှုန်းကို လွတ်လပ်ကိန်းရှင်က ရှင်းပြနိုင်တယ်။
- **Excel ရဲ့ Regression Tool** – a, b, R, R^2, နဲ့ ၎င်းတို့ရဲ့ စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုကို တွက်ပေးတယ်။

အဓိကသတိရစရာ – ဆက်စပ်မှု (correlation) က အကြောင်းအကျိုး (causation) ကို မဆိုလိုဘူး။ ကိန်းရှင်နှစ်ခု ဆက်စပ်နေတယ်ဆိုတာက တစ်ခုက တစ်ခုကို ဖြစ်စေတယ်လို့ မဆိုလိုပါဘူး။ ဒါပေမဲ့ regression က ကိန်းရှင်တစ်ခုကနေ တစ်ခုကို ခန့်မှန်းဖို့ ခွင့်ပြုတယ်။

အခန်း (၃၀) – Weibull Analysis

Weibull analysis ဆိုတာ ဒေတာအစုတွေကို ပုံစံသွင်းခြင်း (modeling) အတွက် နည်းလမ်းတစ်ခုဖြစ်ပြီး ခန့်မှန်းချက်အမျိုးမျိုး ပြုလုပ်နိုင်စေပါတယ်။ ဒီနည်းလမ်းကို အောက်ပါတို့အတွက် အသုံးပြုနိုင်ပါတယ် –

- ပျက်ကွက်မှုနှုန်းဒေတာအပေါ် အခြေခံပြီး ထုတ်ကုန်တစ်ခုရဲ့ အသုံးပြုနိုင်သက်တမ်းကို ခန့်မှန်းခြင်း
- AIDS သေဆုံးမှုနှုန်းများ
- ငလျင်ဖြစ်ပွားနိုင်ခြေများ

၃၀.၁ Weibull စုစည်းဖြန့်ဖြူးမှုလုပ်ဆောင်ချက် (Weibull Cumulative Distribution Function)

$$F(X) = 1 - e^{-(X/\alpha)^{\beta}}$$

ဒီမှာ –

- $F(X) = X$ အတွက် Weibull ဖြန့်ဖြူးမှုလုပ်ဆောင်ချက်
- α (alpha) = **စကေးသတ်မှတ်ချက် (scale parameter)** – ဒေတာရဲ့ပြန့်နှံ့မှုကို တိုင်းတာတယ်
- β (beta) = **ပုံသဏ္ဌာန်သတ်မှတ်ချက် (shape parameter)** – ပျက်ကွက်မှုပုံစံကို ဖော်ပြတယ်

တွက်ချက်ရလွယ်အောင် ဒီညီမျှခြင်းကို မျဉ်းဖြောင့်ပုံစံအဖြစ် ပြောင်းလဲနိုင်တယ် –

$$\ln\left\{\ln\left[\frac{1}{1-F(X)}\right]\right\} = \beta \times \ln X - \beta \times \ln \alpha$$

ဒါက **မျဉ်းဖြောင့်ညီမျှခြင်း** $Y = a + bX$ နဲ့ ဆင်တယ်။

- ဆုတ်ယုတ်မျဉ်းရဲ့ **စောင်းမှု (slope)** က β ကို ပေးတယ်။

- α ကို တွက်ချက်ရမယ် – $\alpha = \exp[-(\text{intercept})/\beta]$

၃၀.၂ Weibull ပုံသဏ္ဌာန်သတ်မှတ်ချက် (β) ရဲ့ အဓိပ္ပါယ်

β တန်ဖိုး	ပျက်ကွက်မှုပုံစံ	အဓိပ္ပါယ်
$\beta < 1.0$	ကျဆင်းနေတဲ့ ပျက်ကွက်မှုနှုန်း	"အစပျက်ကွက်ချိန် (burn-in)" ကာလအတွင်း ပျက်ကွက်မှု
$\beta = 1.0$	ပုံမှန်ပျက်ကွက်မှုနှုန်း	ကျပန်းပျက်ကွက်မှုများ
$\beta > 1.0$	တိုးလာနေတဲ့ ပျက်ကွက်မှုနှုန်း	အချိန်ကြာလာတာနဲ့အမျှ ပျက်ကွက်မှု (ပစ္စည်းပင်ပန်းမှု၊ ယိုယွင်းမှု)

၃၀.၃ ဥပမာ – Orthodontic Adhesive နှစ်မျိုး

ထုတ်လုပ်သူတစ်ယောက်က သွားစွဲဘက်စ် (orthodontic brackets) တိုက်ရိုက်စွဲကပ်ဖို့ adhesive ဖော်မြူလာ နှစ်မျိုး ထုတ်လုပ်တယ်။ ဒီဇိုင်းသတ်မှတ်ချက်က စံပစ္စည်းဖြစ်တဲ့ နွားသွားကြွေလွှာပေါ်မှာ ဘက်စ်တွေကို စွဲကပ်တဲ့အခါ **Shear Bond Strength (SBS)** တန်ဖိုး **15 MPa** ရရှိဖို့ပါ။

Adhesive A နဲ့ B အတွက် SBS ဒေတာ (MPa) –

Adhesive A	Adhesive B
9.85	12.44
11.92	13.56
12.23	16.18
13.38	16.54
15.29	16.58
16.38	17.34
16.73	17.49
17.29	17.57

18.57	18.47
19.46	18.54

	Adhesive A	Adhesive B
ပျမ်းမျှ	15.11	16.47
စံသွေဖည်မှု	3.15	2.00
CoV (%)	20.82	12.16

ANOVA က ဒေတာနှစ်စုကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက် **မရှိဘူး** ($P > 0.05$) လို့ ပြတယ်။

ဒါပေမဲ့ လက်တွေ့အလေ့အကျင့်မှာ ဘယ် adhesive က ပိုယုံကြည်စိတ်ချရတဲ့ ထိန်းသိမ်းနိုင်စွမ်းရှိလဲဆိုတာကို ဆုံးဖြတ်ဖို့ **Weibull analysis** ကို သုံးတယ်။

၃၀.၄ Weibull Analysis အတွက် Adhesive A ဒေတာကို ပြင်ဆင်ခြင်း

SBS	Rank	Median Rank	$1/(1-MR)$	$\ln\left(\ln(1/(1-MR))\right)$	ln(SBS)
9.85	1	0.067	1.072	-2.664	2.287
11.92	2	0.163	1.195	-1.723	2.478
12.23	3	0.260	1.351	-1.202	2.504
13.38	4	0.356	1.552	-0.822	2.594
15.29	5	0.452	1.825	-0.509	2.727
16.38	6	0.548	2.213	-0.230	2.796
16.73	7	0.644	2.811	0.033	2.817
17.29	8	0.740	3.852	0.299	2.850
18.57	9	0.837	6.118	0.594	2.922
19.46	10	0.933	14.857	0.993	2.968

Median Rank (MR) – Barnard's approximation ကို သုံးတယ် – $MR = (j - 0.3)/(N + 0.4)$

(j = ဒေတာအမှတ်၊ $N = 10$)

Excel မှာ တွက်နည်း –

- Median Rank: = (A2 - 0.3) / (10 + 0.4)
- $1/(1-MR)$: = 1 / (1 - C2)
- $\ln\left(\ln\left(1/(1-MR)\right)\right)$: = LN(LN(D2))
- $\ln(\text{SBS})$: = LN(A2)

၃၀.၅ Weibull Parameters ကို တွက်ချက်ခြင်း

$\ln\left(\ln\left(1/(1-MR)\right)\right)$ ကို Y တန်ဖိုးအဖြစ် သတ်မှတ်ပြီး $\ln(\text{SBS})$ ကို X တန်ဖိုးအဖြစ် သတ်မှတ်ကာ **regression analysis** လုပ်တယ်။

Excel Regression Output (Adhesive A) –

Regression Statistics	
Multiple R	0.989
R^2	0.979

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	-14.025	0.706	-19.875	0.000
$\ln(\text{SBS})$	**5.011**	0.261	19.191	0.000

- $\beta = 5.011$
- $\alpha = \exp(14.025/5.011) = 16.425$

Adhesive B အတွက် –

- $\beta = 8.144$
- $\alpha = 17.435$

၃၀.၆ Reliability (ယုံကြည်စိတ်ချရမှု) တွက်ချက်ခြင်း

Reliability (R_X) – SBS တန်ဖိုး X ကို ရရှိဖို့ ဖြစ်နိုင်ခြေ –

$$R_X = e^{-(X/\alpha)^{\beta}}$$

SBS = 15 MPa အတွက် –

$$R_{15}(\text{Adhesive A}) = e^{-(15/16.425)^{5.011}} = 0.530\ (53\%)$$
$$R_{15}(\text{Adhesive B}) = e^{-(15/17.435)^{8.144}} = 0.745\ (74.5\%)$$

SBS = 14 MPa အတွက် –

$$R_{14}(\text{Adhesive A}) = e^{-(14/16.425)^{5.011}} = 0.638\ (63.8\%)$$
$$R_{14}(\text{Adhesive B}) = e^{-(14/17.435)^{8.144}} = 0.846\ (84.6\%)$$

၃၀.၇ Survival Table (ရှင်သန်နိုင်ခြေဇယား) – Adhesive A

Excel မှာ Weibull ဖြန့်ဖြူးမှုကို တွက်နည်း –

= WEIBULL(SBS, alpha, beta, TRUE) – စုစည်းဖြန့်ဖြူးမှုအတွက်

= WEIBULL(SBS, alpha, beta, FALSE) – ဖြစ်နိုင်ခြေသိပ်သည်းဆအတွက်

Reliability = 1 − Probability

SBS	ဖြစ်နိုင်ခြေ	Reliability	နမူနာ %
10	0.0798	0.9202	92.0%
11	0.1255	0.8745	87.4%
12	0.1874	0.8126	81.3%
13	0.2664	0.7336	73.4%
14	0.3618	0.6382	63.8%
15	**0.4699**	**0.5301**	**53.0%**
16	0.5840	0.4160	41.6%
17	0.6953	0.3047	30.5%
18	0.7945	0.2055	20.5%
19	0.8744	0.1256	12.6%
20	0.9316	0.0684	6.8%

၃၀.၈ Survival Graph (ရှင်သန်နိုင်ခြေဂရပ်)

Adhesive A နဲ့ B အတွက် reliability ဂရပ်ကို ဆွဲတဲ့အခါ –

- Adhesive B က Adhesive A ထက် SBS တန်ဖိုးအားလုံးမှာ ပိုမြင့်တဲ့ reliability ရှိတယ်။

- 15 MPa မှာ – Adhesive A 53%၊ Adhesive B 74.5%
- 20 MPa မှာ – Adhesive A 6.8%၊ Adhesive B 4.7%

ဒါကြောင့် **Adhesive B က Adhesive A ထက် စွမ်းဆောင်ရည်ပိုကောင်းတယ်** – ANOVA က သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်မရှိဘူးလို့ ပြော်ခဲ့ပေမဲ့ Weibull analysis က ဒီကွာခြားချက်ကို ထုတ်ဖော်ပြနိုင်ခဲ့တယ်။

ဒီအခန်းရဲ့အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Weibull Analysis** – ပျက်ကွက်မှုဒေတာကို ပုံစံသွင်းပြီး reliability (ယုံကြည်စိတ်ချရမှု) ကို ခန့်မှန်းဖို့ သုံးတယ်။
- **Shape Parameter (β)** – ပျက်ကွက်မှုပုံစံကို ဖော်ပြတယ် ($\beta < 1$ = ကျဆင်းနေတယ်၊ $\beta = 1$ = ပုံမှန်၊ $\beta > 1$ = တိုးလာနေတယ်)။
- **Scale Parameter (α)** – 63.2% ပျက်ကွက်မှုကို ကိုယ်စားပြုတဲ့ လက္ခဏာရပ်တန်ဖိုး (characteristic value)။
- **Reliability** – သတ်မှတ်ထားတဲ့ SBS တန်ဖိုးကို ရရှိဖို့ ဖြစ်နိုင်ခြေ။
- **Survival Analysis** – မတူညီတဲ့ ထုတ်ကုန်တွေ ဒါမှမဟုတ် ပစ္စည်းတွေရဲ့ စွမ်းဆောင်ရည်ကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ ခွင့်ပြုတယ်။
- **Weibull ရဲ့အားသာချက်** – ANOVA က မသိသာထင်ရှားဘူးလို့ ပြောတဲ့ ကွာခြားချက်တွေကို ထုတ်ဖော်ပြနိုင်တယ်။

အဓိကသတိရစရာ – Weibull analysis က ထုတ်ကုန်တွေ၊ ပစ္စည်းတွေ၊ ဒါမှမဟုတ် ကုသမှုတွေရဲ့ reliability ကို နှိုင်းယှဉ်ဖို့ အထူးအသုံးဝင်တယ်။ ဒါက ဘယ်ရွေးချယ်မှုက ပိုယုံကြည်စိတ်ချရတယ်ဆိုတာကို သတ်မှတ်ဖို့ ကူညီပေးတယ် – အထူးသဖြင့် ပျမ်းမျှတန်ဖိုးတွေက ဆင်တူနေတဲ့အခါမျိုးမှာ။

အခန်း (၃၁) – အဆင့်သတ်မှတ်စမ်းသပ်မှုများ (Ranking Tests)

တိုင်းတာမှုတွေကို တတ်နိုင်သမျှ အမြင့်ဆုံး တိကျမှုနဲ့ ပြုလုပ်ရပါမယ်။ ဒါမှသာ သုတေသီက ဒေတာအစုတွေကြား ကွာခြားချက်တွေက တကယ့်ကွာခြားချက်တွေလား၊ ဒါမှမဟုတ် တိုင်းတာမှုနည်းလမ်းရဲ့ မတိကျမှုကြောင့်လားဆိုတာ ယုံကြည်စိတ်ချနိုင်မှာပါ။

ကံမကောင်းစွာပဲ၊ ဇီဝဗေဒနဲ့ လူမှုဗေဒသိပ္ပံတွေမှာ တိကျတဲ့ တိုင်းတာမှုတွေကို လုပ်ဆောင်ဖို့ဆိုတာ မကြာခဏ အလွန်ခက်ခဲပြီး မဖြစ်နိုင်တာတောင် ရှိပါတယ်။ ဒေတာတွေက တိုင်းတာမှုတန်ဖိုးတွေထက် ထင်မြင်ချက်တွေ ဒါမှမဟုတ် အကဲဖြတ်ချက်တွေ ပါဝင်တဲ့အခါ အဲဒီတစ်ဦးချင်းစီရဲ့ ဒေတာအမှတ်တွေကို **nonparametric statistics** လို့ ခေါ်ပါတယ်။

သွားဆရာဝန်တိုင်းဟာ လူနာကို စစ်ဆေးတဲ့အခါ ပါးစပ်သန့်ရှင်းရေးအကြောင်း မှတ်တမ်းဝင်စေပါတယ်။

- "အလွန်ကောင်းတယ်" – သွားချေးနဲ့ သွားရည်ခဲ (plaque/calculus) လုံးဝမရှိတာကို သိရလွယ်တယ်။
- "ဆိုးတယ်" – သွားချေးနဲ့ သွားရည်ခဲ အများကြီးရှိတာကိုလည်း သိရလွယ်တယ်။

ဒါပေမဲ့ **အလယ်အလတ်အဆင့်တွေကို ဘယ်လိုသတ်မှတ်မလဲ** – ဒါက ခက်ခဲတဲ့အပိုင်းပါ။

ဒီလိုကိစ္စမျိုးတွေမှာ လက်တွေ့လေ့လာတွေ့ရှိချက်တွေကို အဆင့်သတ်မှတ်ခြင်းအားဖြင့် ဖြေရှင်းနိုင်ပါတယ်။ ဥပမာ – **Gingival Index (GI)** က သွားဖုံးရောင်ရမ်းမှုကို ၀ ကနေ ၃ အထိ အဆင့်သတ်မှတ်တယ်။ ဒါပေမဲ့ ဒီလိုအဆင့်သတ်မှတ်ခြင်းတွေက အကဲဖြတ်သူရဲ့ ဆုံးဖြတ်ချက်ကို အားကိုးရတာမို့ non-parametric စာရင်းအင်းစမ်းသပ်မှုတွေ လိုအပ်လာတယ်။

၃၁.၁ Spearman's Rank Correlation

Spearman's rank correlation က parametric ဒေတာအတွက် သုံးတဲ့ correlation coefficient နဲ့ ဆင်တူပြီး အကဲဖြတ်သူတစ်ယောက်ရဲ့ အဆင့်သတ်မှတ်ချက်တွေကို အခြားအကဲဖြတ်သူတစ်ယောက်ရဲ့ အဆင့်သတ်မှတ်ချက်တွေနဲ့ ဆက်စပ်တဲ့ နည်းလမ်းပါ။

ဥပမာ – သွားဆရာဝန်နှစ်ယောက်က လူနာ ၁၀ ယောက်ကို ပါးစပ်သန့်ရှင်းရေးအလေ့အကျင့်အပေါ် အခြေခံပြီး ၀ ကနေ ၁၀ အထိ အဆင့်သတ်မှတ်တယ်။

လူနာ	Periodontist X	Periodontist Y	ကွာခြားချက် d	d^2
A	2	1	-1	1
B	1	2	+1	1
C	3	3	0	0
D	4	6	+2	4
E	6	5	-1	1
F	5	7	+2	4
G	7	6	-1	1
H	10	10	0	0
I	8	9	+1	1
J	9	8	-1	1

$\Sigma d^2 = 14$ (ပေါင်းလဒ်)

Spearman's rank correlation (R_s) –

$$R_s = 1 - \frac{6 \times \Sigma d^2}{N^3 - N}$$
$$R_s = 1 - \frac{6 \times 14}{1000 - 10} = 1 - \frac{84}{990} = 0.915$$

$R_s = 0.915$ ဆိုတာက အကဲဖြတ်သူနှစ်ယောက်ကြား သဘောတူညီမှု ၉၁.၅% ရှိတယ်လို့ ဆိုလိုတယ်။

စာရင်းအင်းဆိုင်ရာ အရေးပါမှုကို စမ်းသပ်ခြင်း

$$t = R_s \times \sqrt{\frac{N-2}{1-R_s^2}} = 0.915 \times \sqrt{\frac{8}{1-0.837}} = 6.11$$

$df = 8$ အတွက်၊ $t = 6.11$ က $t_{0.001} = 5.041$ ထက် ကြီးတယ်။

ကောက်ချက် – အကဲဖြတ်သူနှစ်ယောက်ကြားမှာ စာရင်းအင်းအရ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်မရှိဘူး ($P < 0.001$)

၃၁.၂ Wilcoxon Matched-Pairs Signed-Rank Test

သုတေသီတွေဟာ ကုသမှုတစ်ခုက အခြားတစ်ခုထက် ပိုကောင်းသလား ဆုံးဖြတ်ချင်တဲ့အခါ ဒီစမ်းသပ်မှုကို သုံးတယ်။ ဒါပေမဲ့ ဒီလိုလုပ်ဖို့ လူနာအုပ်စုနှစ်စုဟာ ကုသမှုမစခင် (baseline) မှာ အလွန်ဆင်တူရပါမယ်။

ဒါကို **တူညီတဲ့ နှမူနာတွဲများ (matched pairs)** ကို သုံးခြင်းအားဖြင့် ရရှိနိုင်ပါတယ်။ ဥပမာ – အမွာညီအကိုတွဲတွေ (တစ်ယောက်ကို အုပ်စု A၊ တစ်ယောက်ကို အုပ်စု B) ဒါမှမဟုတ် လူတစ်ယောက်တည်းကို ကုသမှုနှစ်ခုစလုံး မတူညီတဲ့အချိန်တွေမှာ ပေးခြင်း။

ဥပမာ – လူနာ ၁၀ ယောက်ရဲ့ GI (Gingival Index) အမှတ်တွေကို ပါးစပ်သန့်ရှင်းရေးသင်ကြားခြင်း မတိုင်ခင်နဲ့ ၃ လအကြာမှာ အကဲဖြတ်တယ်။

လူနာ	Pre-Tx	Post-Tx	ကွာခြားချက်	အဆင့်	အပြုသဘောအဆင့်
A	1	1	0	—	—
B	1	2	+1	6	6
C	2	4	+2	9	9
D	4	10	+6	3	3
E	9	9	0	—	—
F	10	7	-3	7	—
G	7	3	-4	8	—
H	13	9	-4	5	—
I	2	4	+2	10	10
J	1	5	+4	4	4

Wilcoxon W statistic = အပြုသဘောအဆင့်တွေရဲ့ ပေါင်းလဒ် = $6 + 9 + 3 + 10 + 4 = 32$

$W = 32$ က ဇယားရဲ့အရေးပါတန်ဖိုးထက် ကြီးတယ် ($N = 8$ အတွက်)။

ကောက်ချက် – Pre-Tx နဲ့ Post-Tx GI အမှတ်တွေကြားမှာ သိသာထင်ရှားတဲ့ ကွာခြားချက်ရှိတယ် – ပါးစပ်သန့်ရှင်းရေးသင်ကြားခြင်းက GI အမှတ်တွေကို လျှော့ချပေးတယ်။

၃၁.၃ Mann-Whitney U Test

Mann-Whitney U test က Wilcoxon rank-sum test နဲ့ ဆင်တူပေမဲ့ **အတွဲလိုက်ကွာခြားချက်တွေ မရရှိနိုင်တဲ့အခါ** သုံးဖို့ ဒီဇိုင်းဆွဲထားတာပါ။ ဒီစမ်းသပ်မှုက နမူနာအရွယ်အစား မညီမျှတာကိုပါ ကိုင်တွယ်နိုင်လို့ ပိုအားကောင်းပါတယ်။

ဥပမာ – သွားဖုံးရောင်ရမ်းခြင်းအတွက် ကုသမှုအသစ်တစ်ခုအတွက် လူ ၂၀ (အမျိုးသား ၉ ယောက်၊ အမျိုးသမီး ၁၁ ယောက်) စေတနာ့ဝန်ထမ်းလုပ်တယ်။ ကုသမှုမစခင် GI အမှတ်တွေက အုပ်စုနှစ်စုကြားမှာ တူညီကြောင်း သုတေသီက သေချာစေချင်တယ်။

အမျိုးသား	အမျိုးသမီး
2	4
6	5
10	7
11	9
12	11
13	12
14	14
19	15
20	16
	17
	18

Mann-Whitney U Test လုပ်နည်း – အဆင့်များ

၁။ GI အမှတ်အားလုံးကို ပေါင်းပြီး အဆင့်သတ်မှတ်ပါ (အနိမ့်ဆုံးက အဆင့် ၁)။

၂။ အဆင့်တူတွေ (ties) ရှိရင် ပျမ်းမျှအဆင့်ကို ပေးပါ။

၃။ အုပ်စုတစ်ခုစီအတွက် အဆင့်ပေါင်းလဒ်ကို တွက်ပါ။

	အမျိုးသား	အမျိုးသမီး
ပေါင်းလဒ်	$R_1 = 95.5$	$R_2 = 114.5$

၄။ U statistic ကို တွက်ချက်ပါ –

$$U = N_1N_2 + \frac{N_1(N_1+1)}{2} - R_1$$
$$U = (9 \times 11) + \frac{9 \times 10}{2} - 95.5 = 99 + 45 - 95.5 = 48.5$$
$$U' = N_1N_2 - U = 99 - 48.5 = 50.5$$

၅။ ဇယားကနေ $U_{0.05(2),9,11} = 76$ လို့ ရတယ်။

တွက်ချက်ထားတဲ့ $U = 48.5$ က 76 ထက် နည်းတယ်။

ကောက်ချက် – H_0 (အုပ်စုနှစ်စုကြား ကွာခြားချက်မရှိဘူး) ကို လက်ခံတယ်။

ProStat မှာ Mann-Whitney U Test

ProStat မှာ ဒေတာတွေကို ထည့်ပြီး **Statistics → Nonparametric → Mann-Whitney Test** ကို ရွေးပါ။

ProStat က –

- U statistic
- Z-value
- တစ်ဘက်သွားနဲ့ နှစ်ဘက်သွား ဖြစ်နိုင်ခြေတွေ

ကို အလိုအလျောက် တွက်ပေးပါတယ်။

ဒီအခန်းရဲ့ အဓိကအချက်တွေကို အနှစ်ချုပ်ရရင် –

- **Nonparametric Tests** – ဂဏန်းတိုင်းတာမှုတန်ဖိုးတွေထက် အဆင့်သတ်မှတ်ချက်တွေ ဒါမှမဟုတ် ထင်မြင်ချက်တွေ ပါဝင်တဲ့ ဒေတာအတွက် သုံးတယ်။

- **Spearman's Rank Correlation** – အကဲဖြတ်သူနှစ်ယောက်ရဲ့ အဆင့်သတ်မှတ်ချက်တွေကြား ဆက်စပ်မှုကို တိုင်းတာတယ်။
- **Wilcoxon Matched-Pairs Test** – တွဲဆက်ထားတဲ့ နမူနာတွေအတွက် (ကုသမှုမတိုင်ခင်/ပြီးနောက်) ဒေတာနှစ်စုကို နှိုင်းယှဉ်တယ်။
- **Mann-Whitney U Test** – လွတ်လပ်တဲ့ နမူနာနှစ်စုကို နှိုင်းယှဉ်တယ် (အတွဲမပါတဲ့ ဒေတာ)။
- **ဘယ်အချိန်သုံးမလဲ** – ဒေတာတွေက parametric စမ်းသပ်မှုတွေရဲ့ ယူဆချက်တွေကို မဖြည့်ဆည်းနိုင်တဲ့အခါ (ဥပမာ – ပုံမှန်ဖြန့်ဖြူးမှုမဟုတ်တာ၊ သို့မဟုတ် ordinal/ranking ဒေတာ)။

အဓိကသတိရစရာ – Nonparametric tests တွေက parametric tests တွေထက် စွမ်းအားနည်းပေမဲ့ ဒေတာရဲ့ သဘောသဘာဝက parametric စမ်းသပ်မှုတွေရဲ့ ယူဆချက်တွေကို မဖြည့်ဆည်းနိုင်တဲ့အခါ ပိုသင့်တော်ပါတယ်။ ဒေတာရဲ့ သဘောသဘာဝအပေါ် အခြေခံပြီး သင့်တော်တဲ့ စမ်းသပ်မှုကို ရွေးချယ်ပါ။